



Identificación de Puntos Estratégicos de Gestión y Priorización de Tramos Dinámicos en el entorno de la Sierra de Los Filabres

Trabajo Fin de Máster

Máster en Incendios Forestales. Ciencia y Gestión Integral

AUTOR: D. Juan Antonio Muñoz Navarro

DIRECTOR: D. Juan Ramón Molina Martínez

TUTOR: D. Francisco Rodríguez y Silva

FECHA: Octubre 2017

El autor quisiera agradecer a todos los miembros del grupo AGR 211 por el apoyo prestado durante la elaboración del presente Trabajo Fin de Máster, especialmente al Prof. Dr. Juan Ramón Molina Martínez, director de este trabajo y al Prof. Dr. Francisco Rodríguez y Silva, director del Laboratorio de Incendios Forestales de la Universidad de Córdoba.

Asimismo, quisiera agradecer al Plan INFOCA de la provincia de Almería por toda la ayuda prestada y de forma especial a D. Francisco Alcocer Martínez, subdirector de incendios forestales, por su inestimable apoyo.

Finalmente, agradecer a la “II Convocatoria de Becas Semillero”, en cuyo marco el autor ha desarrollado el presente trabajo.

Indice

Indice.....	4
Introducción	14
Objetivos	16
Caracterización del medio.....	17
Medio Natural y Físico	19
Topografía, Geología y Edafología.....	19
Clima y Meteorología.....	19
Fauna y Flora.....	20
Presencia histórica de incendios forestales.....	23
Metodología	25
Condiciones meteorológicas.....	26
Tamaño de celda.....	26
Sendas de fuego	27
Vector viento	28
Índice de Riesgo Potencial	28
Índice de Riesgo Histórico	29
Índice de Riesgo Espacio-Temporal	29
Valor de la Causalidad	30
Índice de Peligro Potencial	31
Subíndice de Ignición.....	31
Subíndice de Comportamiento Dinámico	32
Subíndice de Comportamiento Energético.....	32
Índice de Dificultad de Extinción.....	33
Subíndice de Penetrabilidad	33
Subíndice de Movilidad	34
Subíndice de Accesibilidad	34
Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa.....	34
Subíndice de Medios Aéreos.....	35
Valoración económica	36
Ratio de depreciación	36
Recurso maderero.....	37

Recurso leñas.....	38
Recurso biomasa	38
Recurso cinegético	39
Recurso pascícola.....	39
Recurso de fijación de CO ₂	40
Valor de Uso.....	41
Integración de los Índices	41
Puntos Estratégicos de Gestión y Tramos Dinámicos	41
Resultados y Discusión	44
Tamaño de celda.....	44
Sendas de fuego	44
Índice de Riesgo Potencial	44
Índice de Riesgo Histórico	48
Índice de Riesgo Espacio-Temporal	48
Valor de la Causalidad	48
Índice de Peligro Potencial	50
Subíndice de Ignición.....	52
Subíndice de Comportamiento Dinámico	52
Subíndice de Comportamiento Energético.....	53
Índice de Dificultad de Extinción.....	54
Subíndice de Penetrabilidad	55
Subíndice de Movilidad	55
Subíndice de Accesibilidad	55
Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa.....	55
Subíndice de Medios Aéreos.....	55
Valoración económica	57
Ratio de Depreciación	59
Recurso maderero.....	59
Recurso leñas.....	60
Recurso biomasa	60
Recurso cinegético	60
Recurso pascícola.....	60
Recurso de fijación de CO ₂	60

Valor de uso	60
Integración de los Índices	61
Puntos Estratégicos de Gestión y Tramos Dinámicos	63
Conclusiones	79
Bibliografía	80
Anejo I	85
Glosario	85
Anejo II	86
Tablas - Caracterización del medio	86
Anejo III.....	90
Tablas - Casuística.....	90
Anejo IV.....	92
Tablas - Metodología.....	92
Anejo V	98
Figuras – Caracterización del medio	98
Anejo VI.....	108
Figuras - Resultados	108

Tablas y figuras

Tabla 1: condiciones meteorológicas de diseño de IPD 1 ^{er} orden. Fuente: COP Almería.	26
Tabla 2. Máximo valor del Índice de Riesgo Temporal. Fuente: elaboración propia.	48
Tabla 3: cálculo del valor de la causalidad de Incendios Forestales en la zona de estudio para el periodo 2010 - 2015. Fuente: elaboración propia.	49
Tabla 4: pesos asignados por el panel de expertos a los distintos índices elaborados en el presente trabajo.	61
Tabla 5. Localización e información de los PEG ordenados por prioridad de actuación. Fuente: elaboración propia.....	67
Tabla 6. Priorización de los TD a partir de la importancia de los PEG. Fuente: elaboración propia. .	77
Tabla 7. Mamíferos presentes en la zona de estudio.	86
Tabla 8. Invertebrados presentes en la zona de estudio.	87
Tabla 9. Muestra de aves presentes en la zona de estudio	88
Tabla 10. Anfibios presentes en la zona de estudio.	88
Tabla 11. Reptiles presentes en la zona de estudio.	89
Tabla 12. (Abajo) Casuística detallada de incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	90
Tabla 13. (Izquierda) Casuística general de incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	90
Tabla 14. Frecuencia de incendios forestales en los términos municipales de la zona de estudio, ponderada en función de la superficie. Fuente: elaboración propia.....	91
Tabla 15. Causas de riesgo contempladas en el estudio del riesgo potencial, valor de la importancia y valor asociado a la distancia respecto al elemento de riesgo. Fuente: elaboración propia. n° de casos = n° de IF ocurridos debido a la causa de riesgo indicada; Importancia = n° de casos / total de casos; Buffer: metros alrededor de los elementos para los cuales se considera un nivel de importancia alto, medio, bajo o nulo.....	92
Tabla 16. Valoración cualitativa del Riesgo Histórico.	92
Tabla 17. Coeficiente de peligrosidad asociado al tipo de causa.....	92
Tabla 18. Probabilidad de ignición y peso asociado.....	93
Tabla 19. Coeficiente de ignición en función del modelo de combustible del sistema Behave.	93
Tabla 20. Relación de distintas variables asociadas a un frente de llama y su peso.....	93
Tabla 21. Peso y coeficientes de ajuste asociados a distintas características del entorno estudiado...	94
Tabla 22. Peso asociado a la longitud total de IPD/viales dentro de una celda.....	94
Tabla 23. Ponderación de la importancia en función del tipo de vía presente en la celda de estudio.	94

Tabla 24. Pesos asociados a la facilidad de apertura de líneas de defensa en los modelos de combustible UCO-40.	95
Tabla 25. Coeficiente de dificultad de construcción de líneas de defensa asociado a la pendiente de la zona de trabajo.	96
Tabla 26. Peso asociado al tiempo de vuelo entre descargas de los distintos tipos de aeronaves utilizadas en extinción de incendios.	96
Tabla 27. Características de las distintas aeronaves de referencia utilizadas para la elaboración de este trabajo.	96
Tabla 28. Porcentaje de deterioro de los recursos en función del Ratio de Depreciación (NIF). Fuente: Rodríguez y Silva et al. (2012).	97
Tabla 29. Características medias de las masas presentes en la zona de estudio. Fuente: IFN3.....	97
Tabla 30. Valoración de Bienes Inmuebles de Naturaleza Rústica para la zona del incendio. Fuente: Agencia Tributaria de Andalucía de la Consejería de Hacienda y Administración Pública.	97
Figura 1. Posición de la Sierra de Los Filabres. Fuente: Google Earth.	17
Figura 2. Municipios que contienen a la Sierra de Los Filabres. Fuente: elaboración propia.....	18
Figura 3. Infraestructura presente en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	22
Figura 4. Gráfico de barras que muestra la casuística de los incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	23
Figura 5. Sucesos por municipio; ponderado a su extensión. Fuente: elaboración propia.	24
Figura 6. Ocurrencia de incendios por horas del día en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	24
Figura 7. Ocurrencia de incendios por meses del año para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	24
Figura 8. Marco conceptual seguido para el desarrollo del presente trabajo. Valoración = valoración del impacto de un frente de llamas sobre los recursos; Irp = Índice de Riesgo Potencial; Ipp = Índice de Peligro Potencial; IDEX = Índice de Dificultad de Extinción; Importancia = combinación de los distintos índices; Entorno = características físicas y naturales del territorio; Simulación = simulación informática mediante FlamMap; Sendas de Fuego = Minimum Travel Time; IPD = Infraestructuras Preventivas de Defensa; PEGs = Puntos Estratégicos de Gestión. Tramos Dinámicos = priorización en las actuaciones sobre los distintos TD.	25
Figura 9. Esquema del método de obtención de los Tramos Dinámicos.	43
Figura 10. Esquema del método de determinación de los Puntos Estratégicos de Gestión.....	43
Figura 11. Valor del Índice de Riesgo Potencial (valores absolutos y normalizados) para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	45
Figura 12. Valor del Índice de Riesgo Potencial (valores absolutos y normalizados) a nivel de celda para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	46
Figura 13. Valor del Índice de Peligro Potencial a escala de píxel. Fuente: elaboración propia.....	50

Figura 14. Valor del Índice de Peligro Potencial a escala de celda. Fuente: elaboración propia.	51
Figura 15. IDEX de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	54
Figura 16. Valoración del impacto económico del paso de un frente de llamas en €·ha ⁻¹ para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	57
Figura 17. Valoración del impacto económico del paso de un frente de llamas en €·celda ⁻¹ para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	58
Figura 18. Ratio de depreciación (FIL) para recursos maderables y mediatos en la zona de estudio y en condiciones meteorológicas de diseño. Fuente: elaboración propia.	59
Figura 19. Valor de la importancia del territorio frente a Incendios Forestales a escala de celda. Fuente: elaboración propia.	62
Figura 20. PEG ordenados por prioridad. Rojo > prioridad > Verde. Fuente: elaboración propia.	63
Figura 21. Tramos Dinámicos ordenados por prioridad. Rojo > prioridad > Azul. Fuente: elaboración propia.	64
Figura 22. Valor de importancia frente a Incendios Forestales de las cuencas, ponderadas por su extensión. Fuente: elaboración propia.	65
Figura 23. Mapa de pendientes de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	99
Figura 24. Cuadrículas en las que se ha dividido el área de estudio para la simulación de distintas variables usando el software FlamMap.	100
Figura 25. MDE utilizado para la determinación de los distintos elementos del estudio. Fuente: REDIAM.	101
Figura 26. Mapa de orientaciones de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	102
Figura 27: mapa de modelos de combustible del sistema Behave para la zona de estudio. Fuente: REDIAM.	103
Figura 28. Mapa de modelos de combustible del sistema UCO-40 para la zona de estudio. Fuente: LABIF.	104
Figura 29. Mapa de cubierta del suelo por el dosel arbóreo en escala cuantitativa (1-4). Fuente: elaboración propia.	105
Figura 30. En azul los puntos de inicio de incendios forestales ocurridos en el periodo 2010-2015. En naranja los puntos de inicio generados aleatoriamente para las simulaciones.	106
Figura 31. Celdas de estudio. Fuente: elaboración propia.	107
Figura 32. Sendas de fuego simuladas mediante el software FlamMap para los puntos de inicio del histórico de incendios. Fuente: elaboración propia.	109
Figura 33. Riesgo potencial debido a la existencia de poblaciones humanas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	110
Figura 34. Riesgo potencial debido a la existencia de actuaciones agrícolas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	111

Figura 35. Riesgo potencial debido a la existencia de actuaciones forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	112
Figura 36. Riesgo potencial debido a la realización de trabajos preventivos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	113
Figura 37. Riesgo potencial debido a la afluencia a zonas recreativas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	114
Figura 38. Riesgo potencial debido a la circulación por carreteras en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	115
Figura 39. Riesgo potencial debido a la circulación por caminos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	116
Figura 40. Riesgo potencial debido a la circulación ferroviaria en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	117
Figura 41. Riesgo potencial debido a la existencia de tendidos eléctricos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	118
Figura 42. Riesgo potencial debido al impacto de rayos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	119
Figura 43. Valor del peso de la probabilidad de ignición en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia	120
Figura 44. Coeficiente de Ignición (%). Fuente: elaboración propia.....	121
Figura 45. Valor de la inflamabilidad de las manchas de combustible en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	122
Figura 46. Valor del Subíndice de Comportamiento Dinámico a escala de píxel. Fuente: elaboración propia.	123
Figura 47. Valor del peso del Subíndice de Comportamiento Energético. Fuente: elaboración propia.	124
Figura 48. Subíndice de Penetrabilidad a nivel de píxel. Fuente: elaboración propia.....	125
Figura 49. Subíndice de Penetrabilidad a nivel de celda. Fuente: elaboración propia.	126
Figura 50. Factor s del Subíndice de Penetrabilidad debido a la pendiente. Fuente: elaboración propia.	127
Figura 51. Factor d del Subíndice de Penetrabilidad debido al modelo de combustible. Fuente: elaboración propia.....	128
Figura 52. Factor e del Subíndice de Penetrabilidad debido a la exposición. Fuente: elaboración propia.	129
Figura 53. Valor del Subíndice de Movilidad dentro de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.	130
Figura 54. Localización de los distintos tipos de IPD en la zona de estudio. Fuente: COP de Almería.	131
Figura 55. Subíndice de Accesibilidad a nivel de celda. Fuente: elaboración propia	132

Figura 56. Densidad de los distintos tipos de viales. Ponderación según Diputació de Barcelona. Fuente: elaboración propia.....	133
Figura 57. Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa a nivel de píxel. Fuente: elaboración propia.	134
Figura 58. Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa a nivel de celda. Fuente: elaboración propia.	135
Figura 59. Factor corrector por pendiente del valor de apertura de líneas de defensa. Fuente: elaboración propia.....	136
Figura 60. Valor del Subíndice de Medios Aéreos a escala de celda. Fuente: elaboración propia ...	137
Figura 61. Peso de los aviones anfibios (serie CL de la casa Canadair de la unidad 43 del ejército del aire) para la zona de estudio. Desciende hacia levante por la cercanía al mar y hacia poniente por la cercanía al embalse del Negratín. Fuente: elaboración propia.	138
Figura 62. Peso de los Aviones de Carga en Tierra para la zona de estudio. Aumenta a partir de la posición de la pista INFOCA en Gèrgal. Fuente: elaboración propia.	139
Figura 63. Impacto económico esperado sobre el recurso maderero en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.....	140
Figura 64. Perjuicio potencial del fuego sobre el recurso leñas. Fuente: elaboración propia.....	141
Figura 65. Perjuicio real esperado del fuego sobre el recurso leñas. Fuente: elaboración propia.	142
Figura 66. Perjuicio potencial del recurso biomasa ante el paso de un frente de llamas. Fuente: elaboración propia.....	143
Figura 67. Impacto real esperado sobre el recurso cinegético de caza mayor en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	144
Figura 68. Impacto real esperado sobre el recurso cinegético de caza menor en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	145
Figura 69. Impacto real esperado sobre el recurso pascícola en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.	146
Figura 70. Impacto real esperado sobre el recurso de fijación de CO ₂ en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	147
Figura 71. Impacto real esperado sobre el recurso paisajístico en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	148
Figura 72. Importancia del terreno frente a los incendios forestales expresada por cuencas. Fuente: elaboración propia.....	149

Introducción

Los incendios forestales constituyen un fenómeno de gran importancia en la actualidad, tanto por sus efectos ecológicos sobre el medio natural (Keane et al., 2008) como por el elevado impacto económico que presentan (Morton et al., 2003), habiéndose convertido en un fenómeno mediatizado que requiere de una respuesta por parte de la sociedad. Este es en sí mismo un fenómeno que ha ocurrido a lo largo de la historia de nuestro planeta de manera natural (Pausas, 2010), lo que ha implicado la adaptación de las distintas especies a distintos regímenes de fuego (Keeley et al., 2011); la proliferación del hombre por el planeta ha provocado, sin embargo, un fuerte incremento del número de incendios forestales, no ya por causas naturales si no por causas humanas (Martínez et al., 2009), llegando a suponer en términos generales (dependiendo de la región) un incremento del 2000% en el número de sucesos. Esto se ha visto agravado por i) el cambio climático (Pausas, 2004) y por ii) los cambios en la sociedad, que tiende al éxodo rural y la concentración en núcleos de población cada vez más masificados, dando lugar a un abandono de las tareas realizadas tradicionalmente en el monte y a una acumulación de combustibles (Romero & Perry, 2004) y exige por otro lado un derecho a disfrutar del medio natural.

La respuesta a esta problemática se ha de desarrollar desde dos marcos: un marco tecnológico para el corto y el medio plazo, y un marco social en el largo plazo. De cara a este marco tecnológico se presentan las vías de la extinción y de la prevención, las cuales se encuentran limitadas por la cantidad de recursos disponibles para ser desarrolladas, así como por un límite lógico de la eficiencia en la gestión de dichos recursos (Gorte & Economics, 2013; Donovan & Rideout, 2003; Mendes, 2010). Las tareas requeridas desde este punto de vista en el territorio pueden llegar a ser colosales, y en muchos casos, inviables, incompatibles con muchos objetivos que defienden la multifuncionalidad de nuestros montes o, simplemente, se carece de presupuesto suficiente como para abordar todo el territorio; es por ello que las herramientas de priorización se constituyen como una opción útil que nos acerca al óptimo deseado en cada momento, pero permitiendo mantenernos dentro de las capacidades de actuación.

La gestión de estos recursos -tanto en el campo de la prevención como en el de la extinción- supone un reto debido a la enorme cantidad de actuaciones a realizar con unos recursos limitados. De cara a la extinción se han realizado trabajos como el de Donovan & Rideout (2003) para determinar la mejor combinación y cantidad de recursos humanos y materiales que se destinan a las tareas de extinción dependiendo de las características del fuego, el de Lee et al. (2012) para el correcto dimensionamiento del ataque inicial de cara a la capacidad del dispositivo para atender a las emergencias que acontezcan con una cantidad suficiente de medios o el de Rodríguez y Silva & González-Cabán (2016) que trata de asignar una productividad a las tareas de extinción. Todos estos trabajos, con un efecto claro sobre la extinción, se realizan anticipadamente y provocan cambios en las tareas preventivas. Estas tareas preventivas se determinan fruto de optimizaciones, como los modelos de programación lineal de Omi et al. (1981) o de Prestemont et al. (2001) para distribuir las inversiones en la gestión de combustibles y persiguen distintos objetivos, como puede ser la reducción de las pérdidas económicas ocasionadas por el frente de llamas (Wei et al., 2012), siendo posible adaptarse a distintas realidades del entorno, como las variaciones climáticas y meteorológicas en las distintas escalas temporales (Carringham et al., 2008; Muñoz-Navarro, 2011).

Los distintos índices, elaborados a partir de variables del entorno y de predicciones del comportamiento del frente de llamas, nos permiten por otro lado caracterizar las zonas donde se van

a desarrollar las distintas tareas, mejorando el conocimiento sobre el área de estudio y la gestión de la información. Estos índices nos permiten conocer el comportamiento potencial del frente de llamas (Vélez et al., 2000), el riesgo de aparición de focos de ignición (ICONA, 1981), la dificultad que supondrá la extinción (Rodríguez y Silva et al., 2014) o la valoración económica en el entorno del impacto del frente de llamas (Rodríguez y Silva et al., 2012). En toda esta tarea, los simuladores de incendios forestales, en continuo desarrollo y evolución, constituyen un punto de apoyo en la planificación y en la definición de las estrategias, permitiendo prever el comportamiento y el impacto del incendio forestal.

El presente trabajo se desarrolla en la Sierra de Los Filabres y su entorno, ubicada en la provincia de Almería (Andalucía, España). Este enclave, que guarda a buena parte de los recursos forestales de la provincia, constituye una zona de vanguardia frente al nuevo paradigma de cambio climático, con una palpable modificación en la distribución espacial de las principales especies presentes, lo que la hace una zona especialmente sensible a las perturbaciones, comprometiendo la recuperación posterior de los servicios ecosistémicos.

Objetivos

Para organizar la defensa y la prevención contra incendios forestales en este enclave, este trabajo realiza un exhaustivo estudio del entorno desde diversos puntos de vista (propagación, causalidad, riesgo, peligro, extinción y economía) con el afán de determinar los Puntos Estratégicos de Gestión (PEGs)¹ existentes y elaborar una priorización que permita gestionar de la manera más eficiente posible los recursos disponibles, así como su inclusión en la valoración de los Tramos Dinámicos (TD)² como una implementación en la planificación de las labores preventivas estructuradas a lo largo de los planes quinquenales.

Para cumplir dichos objetivos es necesario alcanzar previamente los siguientes objetivos secundarios:

- Modelización de la propagación potencial en la zona de estudio.
- Determinación de la casuística de incendios en la zona de estudio a lo largo del tiempo.
- Posicionamiento de las zonas de alto riesgo de ocurrencia de incendios forestales.
- Determinación del peligro potencial de la propagación en la zona de estudio.
- Determinación de la dificultad de extinción en la zona de estudio.
- Valoración económica del impacto de un frente de llamas en la zona de estudio.
- Representación espacial de la importancia de defensa.

¹ Puntos Estratégicos de Gestión (PEGs): zonas puntuales donde una intervención sobre las características naturales y físicas del terreno maximizaría la efectividad de las actuaciones de lucha contra incendios forestales.

² Tramos Dinámicos (TD): secciones de Infraestructuras Preventivas de Defensa de características homogéneas, definidas por parte del Servicio de Extinción de Incendios para su ejecución y mantenimiento dentro de los Planes Quinquenales.

Caracterización del medio

La Sierra de Los Filabres pertenece a la Cordillera Penibética y se encuentra en el sureste peninsular, en la franja central de la provincia de Almería (Andalucía). El mismo complejo montañoso se extiende hacia el oeste por la provincia de Granada (Andalucía), conociéndose aquí como la Sierra de Baza.

Su longitud es de aproximadamente 50 km y su anchura de 25 km. Este complejo montañoso separa las dos principales cuencas hidrográficas de la provincia: la cuenca del Andarax hacia el sur y la del Almanzora hacia el norte.



Figura 1. Posición de la Sierra de Los Filabres. Fuente: Google Earth.

Legalmente pertenece a los términos municipales de Albánchez, Alcóntar, Alcudia de Monteagud, Armuña de Almanzora, Bayarque, Batares, Benitagla, Cantoria, Castro de Filabres, Chercos, Cóbda, Gérgal, Laroya, Lijar, Macael, Olula de Castro, Purchena, Senés, Serón, Sierro, Suflí, Tabernas, Tahal, Lubrín y Vealeque (Figura 2). Su superficie es tanto propiedad pública como privada, abundando los consorcios con los particulares que mantienen la propiedad pero ceden la gestión a la entidad pública correspondiente.

Las poblaciones que ocupan la sierra de Los Filabres cuentan con unas 14.000 personas, estimándose en un 60% a la población activa (entendiendo como tal a la que se encuentra en condiciones de

trabajar), no pudiendo hablar en general de una población envejecida. La ocupación de esta población activa se divide entre los sectores primario, secundario y terciario.

El sector primario destaca no tanto por la agricultura como por la explotación minera (áridos, piedra caliza y mármol), destacando aquí al pueblo de Macael (Rodríguez-Navarro et al., 1997). La principal fuente de trabajo dentro del sector secundario se encuentra ligada a la actividad del sector primario en la zona. El sector terciario se ha visto impulsado por la facilidad de las personas para moverse, habiendo podido de este modo desarrollarse.

Entre los aprovechamientos del monte no puede destacarse una fuerte producción maderera ni una potente cabaña ganadera, aunque la actividad cinegética si supone una fuente de ingresos a tener en cuenta. El aprovechamiento micológico (hoy día bastante desregularizado), puede suponer una inversión de futuro.

La región en la que se insertan las celdas de estudio es una región amplia y habitada, lo que implica la presencia de todo tipo de infraestructuras, desde carreteras a Infraestructuras Preventivas de Defensa contra Incendios Forestales (IPD). Las distintas infraestructuras presentes pueden ser consultadas en la Figura 3.

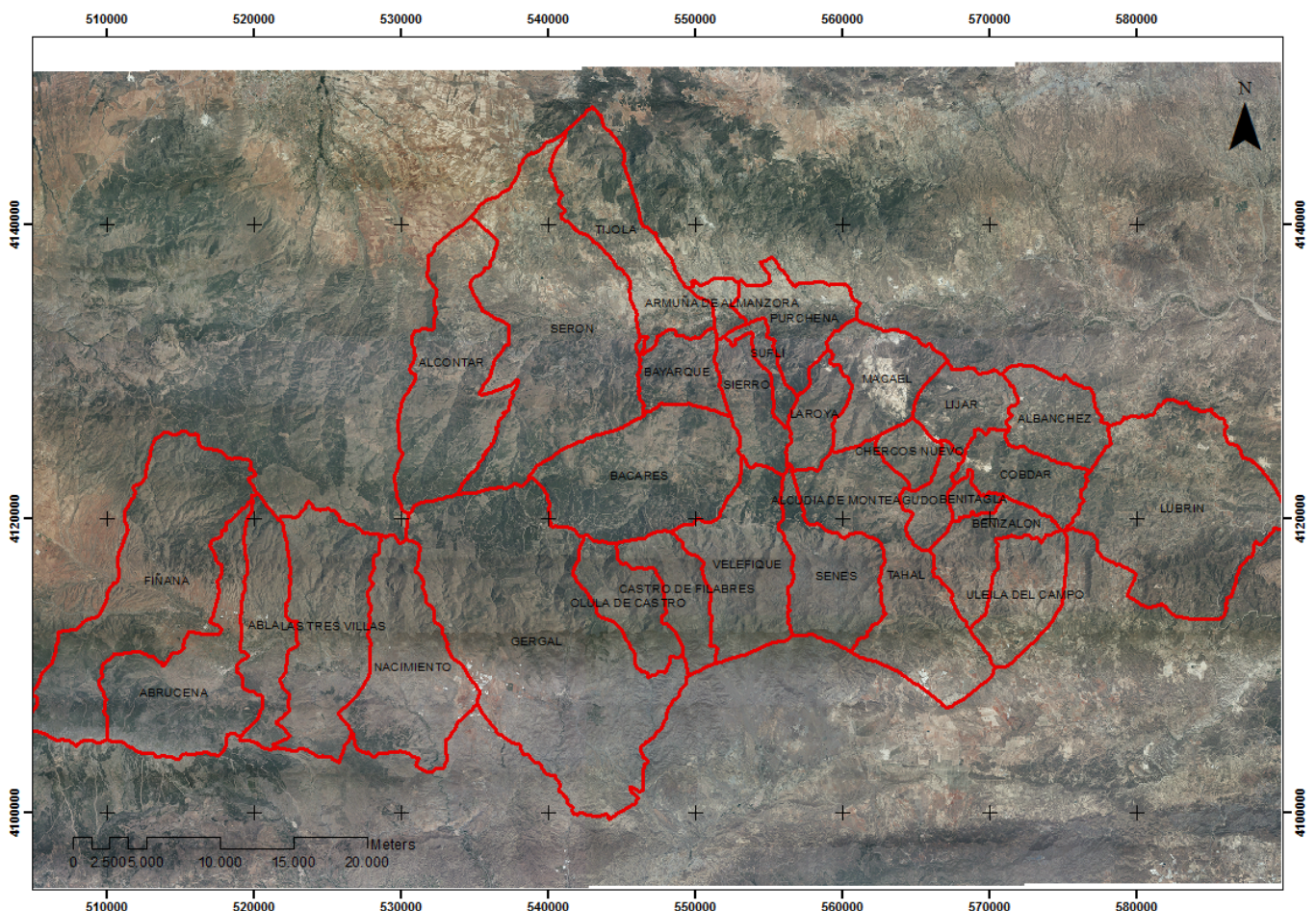


Figura 2. Municipios que contienen a la Sierra de Los Filabres. Fuente: elaboración propia.

Medio Natural y Físico

Topografía, Geología y Edafología

Dado el carácter montañoso de la Sierra de Los Filabres, presenta pendientes considerables en la práctica totalidad del terreno estudiado, con unas orientaciones predominantes generales norte-sur dado el eje longitudinal este-oeste que presenta (Anejo V - Figura 23).

Geológicamente, la Sierra de Los Filabres pertenece en su mayoría al complejo tectónico Nevado-Filábride, que tiene una orientación predominante de este a oeste. Dentro de este complejo distinguimos en cuanto a su litología una base de micaesquistos grafitosos y granatíferos, con bancos de cuarcitas grisáceas cuya formación corresponde al Paleozoico, una formación de micaesquistos y cuarcitas del Permotriásico y puntualmente sobre estas series, mármoles y micaesquistos intercalados de anfibolitas del Triásico inferior; además del complejo Nevado-Filábride, la Sierra de Los Filabres se encuentra conformada en menor medida por el complejo Alpujárride, que se superpone al complejo Nevado-Filábride al norte del sistema montañoso (Sánchez-Martos et al., 2001; Rodríguez-Navarro et al., 1997) dando lugar a puntuales afloramientos de calizas y dolomías, siendo aquí donde se encuentran la mayor parte de los yacimientos de recursos minerales.

Edafológicamente, la mayor parte de los suelos están conformados por Cambisoles eútricos, Regosoles, Lluvisoles y Litosoles, siendo estos suelos compatibles con la presencia arbórea pero con limitaciones debidas principalmente a unos suelos poco profundos y en pendiente. En menor medida es posible encontrar Fluvisoles eútricos pertenecientes a suelos jóvenes a partir de materiales aluviales, Fluvisoles calcáricos, que son suelos de gran fertilidad o Rankers.

Pertenecen de modo general a las unidades 1, 2, 5, 12, 15 y 32 (FAO, 1990).

Clima y Meteorología

La Sierra de Los Filabres presenta un clima mediterráneo -inviernos fríos con precipitaciones y veranos calurosos y secos -, tal como corresponde a su localización, pero dadas las variaciones altitudinales presentes en la zona de estudio, es posible encontrar diversos matices: desde los límites de los subdesiertos de Tabernas que coinciden con la falda meridional, hasta el Calar Alto, destacando las solanas y las umbrías o los valles y las crestas, dando lugar a particularidades microclimáticas.

Ateniéndonos a la clasificación de Allué (1990), en el entorno de estudio es posible encontrar los siguientes subtipos fitoclimáticos mediterráneos:

- IV (VII): Mediterráneo subestepario, propio de las alturas nevadenses y filábricas noculminales en que se encuentra el grupo de montes.
- IV (VI)₁: Mediterráneo subnemoral.
- IV₃: Mediterráneo genuino (500<P<400 mm).
- IV₁: Mediterráneo genuino (P<400 mm)
- IV (III): Mediterráneo subsahariano.

Las precipitaciones se presentan tanto en forma de agua como también en forma de nieve, principalmente en las zonas más altas, con unos valores registrados alrededor de los 300-400 mm/año. Las temperaturas medias oscilan entre los 7 y los 16°C.

Fauna y Flora

Fauna

La sierra de Los Filabres alberga a una fauna realmente rica, tal como corresponde a un espacio natural de sus características. A pesar de esto, y en parte por ello, queda mucho por conocer todavía acerca de una gran cantidad de las especies presentes.

El grupo más conocido de la fauna presente en este espacio natural es, sin duda, el de los grandes vertebrados (Anejo II - Tabla 7). Ciervo (*Cervus elaphus*), cabra montés (*Capra pyrenaica*) y jabalí (*Sus scrofa*) son especies muy visibles y en cierto modo, estéticas, de la sierra de Los Filabres, lo que sumado a su explotación cinegética les confiere un valor considerable. Lo cierto -y evidente -es que un entorno como este no se limita a unas pocas especies, siendo posible encontrar todo tipo de especies: lepidópteros, ortópteros, coleópteros, himenópteros, moluscos, mamíferos, aves, reptiles o anfibios entre otros³. Por último, y volviendo a los mamíferos, se ha de añadir a la lista la presencia de numerosos micromamíferos, pequeños mamíferos, carnívoros y murciélagos.

La otra cara de la moneda la constituyen los invertebrados (Anejo II - Tabla 8), siendo los menos conocidos del ámbito de estudio. A pesar de esto existen numerosas especies singulares que deben ser tenidas en cuenta, fundamentalmente endemismos y especies amenazadas, como pueden ser la mariposa apolo de esta sierra (*Parnassius apollo* ssp. *filabricus*), *Colotis evagore* ssp. *nouna*, *Euphydryas aurina*, *Pseudochazara ahippolyte* ssp. *williamsi*, *Plebicula nivescens* o *Lycaeides idas* ssp. *nevadensis*.

Aves, anfibios y grandes mamíferos son los grupos sobre los cuales se tiene más información. El paisaje de esta sierra, compuesto de distintos escenarios hace que, junto a la baja presencia humana, muchas especies de estos grupos se puedan desarrollar. Aun así, el favorecimiento de uno u otro tipo de paisaje (v.gr. el pinar frente a un bosque mixto) puede favorecer o perjudicar a unas especies frente a otras.

Entre las aves encontramos unas 110 especies representadas entre nidificantes, invernantes y temporales durante las migraciones (Anejo II - Tabla 9). Las principales amenazas a las que se enfrentan las aves en la sierra de Los Filabres varían según la especie, su entorno y sus costumbres, pero a modo general se pueden destacar el cambio de paisajes, las actividades humanas, los tendidos eléctricos o los atropellos.

Los anfibios (Anejo II - Tabla 10) se encuentran limitados por la escasez de puntos de agua (ocasionados por las bajas precipitaciones, las pendientes moderadas y la naturaleza del suelo entre otros factores), lo que confiere una especial importancia a las infraestructuras tradicionales del agua, tan ligadas a la etnología de la zona y que sufren hoy día un deterioro proporcional al abandono rural.

En la sierra de Los Filabres hay presentes numerosos reptiles (Anejo II - Tabla 11), cuya principal amenaza es el desconocimiento sobre su distribución y estado de conservación que impide la toma de medidas en caso de ser necesaria.

³ En esta enumeración se nombran clasificaciones de distinta índole.

Flora

La vegetación presente en la Sierra de los Filabres presenta una gran variación debido al amplio elenco de entornos (clima, suelo y posición) que es posible encontrar y a la mano del hombre, que ha modificado este paisaje favoreciendo la presencia o ausencia de especies a través de sus actividades a lo largo del tiempo.

De un modo general se puede hablar de una transición altitudinal desde las formaciones de espartal presentes en la base hasta el piornal que ocupa las posiciones más cacuminales, apareciendo en el gradiente un amplio abanico de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, entre las que se encuentran numerosos endemismos – más de media centena si tenemos en cuenta los ibéricos – como *Centaurea sagredo* Blanca ssp. *pulvinata* Blanca, *Coincya monensis* subsp. *nevadensis* (Willk.) Leadlay, o *Erodium rupícola* Boiss.

Las masas arbóreas están conformadas fundamentalmente por especies de coníferas, siendo el género *Pinus* el indiscutible predominante, aunque es posible encontrar manchas más o menos extensas de *Cedrus atlántica* (Endl.) Manetti ex Carrière en algunas cumbres, e incluso individuos de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Estas masas del género *Pinus* varían según la altura, apareciendo desde la base hacia las cumbres *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arnold (Tanto *Pinus nigra* subsp. *salzmanii* (Dunal) Franco como *Pinus nigra* subsp. *nigra*) y *Pinus sylvestris*. El origen de estas masas es la labor repobladora llevada a cabo desde aproximadamente 1940 hasta la actualidad, y provenían respectivamente de Murcia y Almería, Valladolid y Jaén (Cazorla), Cuenca y Jaén (Cazorla) y Segovia y Granada.

En cuanto a las masas de frondosas, más escasas pues no han sido aún capaces de recuperarse de las distintas perturbaciones sufridas a lo largo de la historia, destacan las de *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. También es posible encontrar individuos de *Quercus coccifera* L. e incluso se sabe, ateniéndose a la toponimia, de la existencia en el pasado cercano de *Quercus suber* L. en la zona.

Dejando a un lado los endemismos, un repaso somero a la vegetación presente nos hablará de una vegetación mediterránea típica conformada por *Thymus* spp., *Asparagus* spp., *Cistus* spp., *Rosmarinus officinalis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus* spp. u *Olea europea* var. *Sylvestris* L. entre tantísimas otras especies.

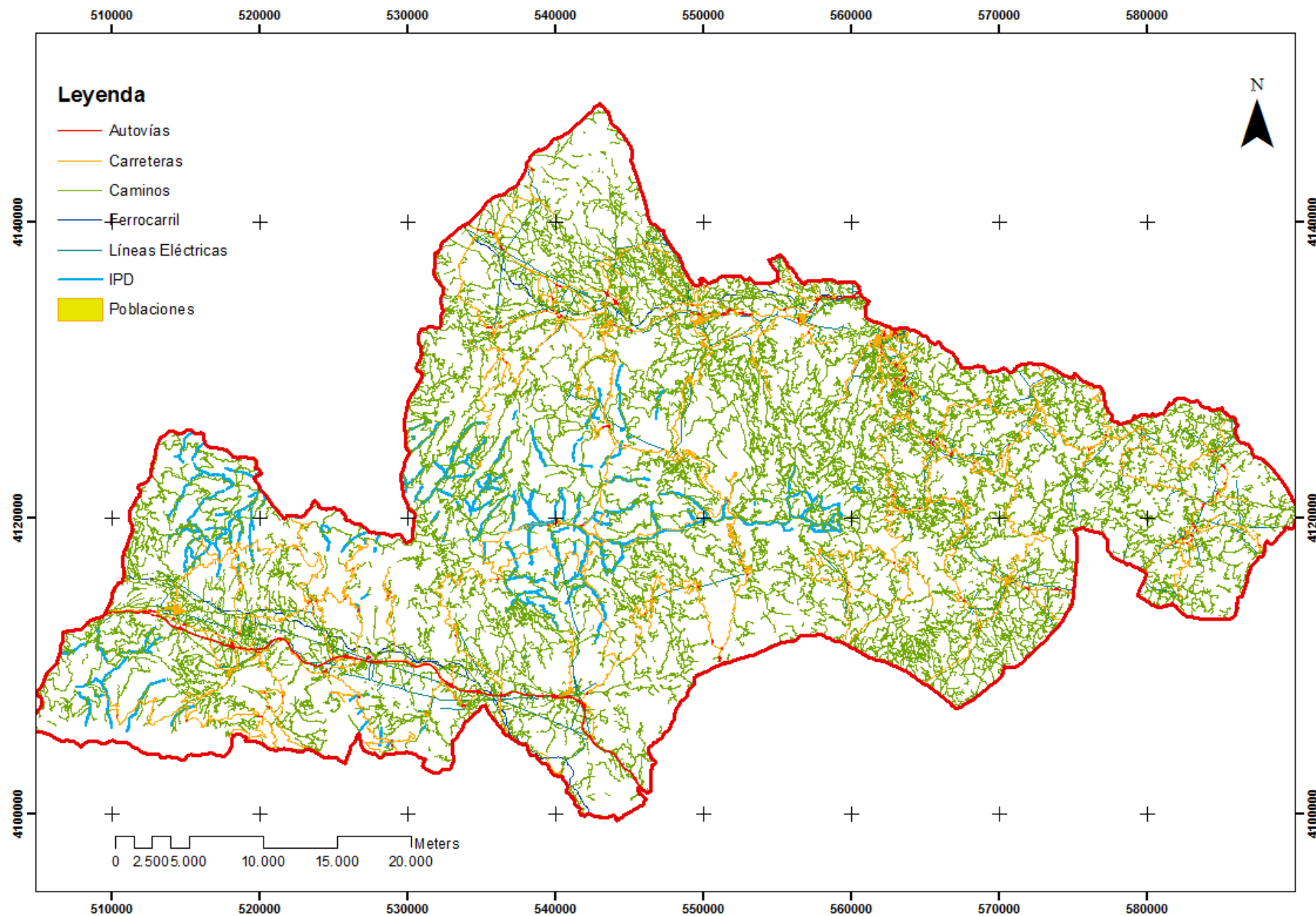


Figura 3. Infraestructura presente en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Presencia histórica de incendios forestales

El área general de estudio ostenta un nivel alto de ocurrencia de incendios forestales, con una media anual de 27,7 actuaciones anuales si se tienen en cuenta los conatos. Aun así, es necesario indicar la gran extensión estudiada (1870,3 km²), por lo que una cifra mucho más representativa es la de sucesos por unidad de superficie, que se sitúa alrededor de los 0,015 sucesos por km² y año. De forma general se puede afirmar que el número de conatos se sitúa alrededor del 85% del total.

En términos de superficie, la superficie quemada es en promedio de 2,8 ha teniendo en cuenta los conatos y de 17,5 ha excluyendo a los conatos.

En cuanto a la causalidad, destacan las negligencias con cerca de un 40% y los incendios intencionados con casi un tercio del total (Figura 4; Anejo III - Tabla 13).

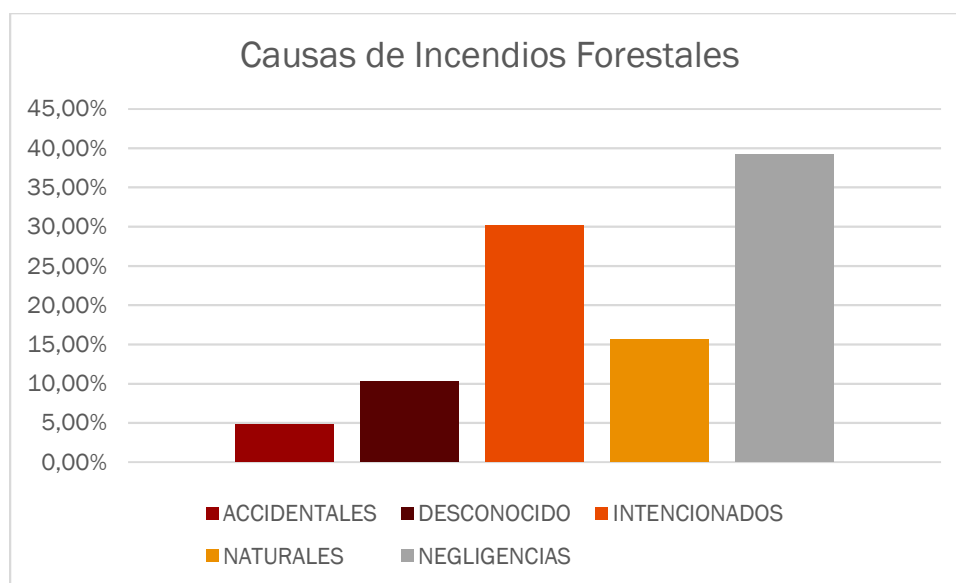


Figura 4. Gráfico de barras que muestra la casuística de los incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Dentro de los tipos de causa sobresalen las quemas agrícolas, englobando a un 23,3% de los casos; un desarrollo más detallado de la casuística de incendios forestales en la zona de estudio puede ser consultado en la Tabla 12 (Anejo III).

De cara a conocer la importancia de los municipios que componen el área de estudio en la ocurrencia de incendios, es necesario ponderar en función de su superficie; de este análisis se desvela Gérgal como el municipio con un mayor número de sucesos (el 12,3%), lejos del segundo, que es Serón (9% de los casos). A la cola se encuentran los municipios de Armuña de Almanzora (0,4%) y Suflí (0,5%) (Figura 5; Anejo III - Tabla 14).

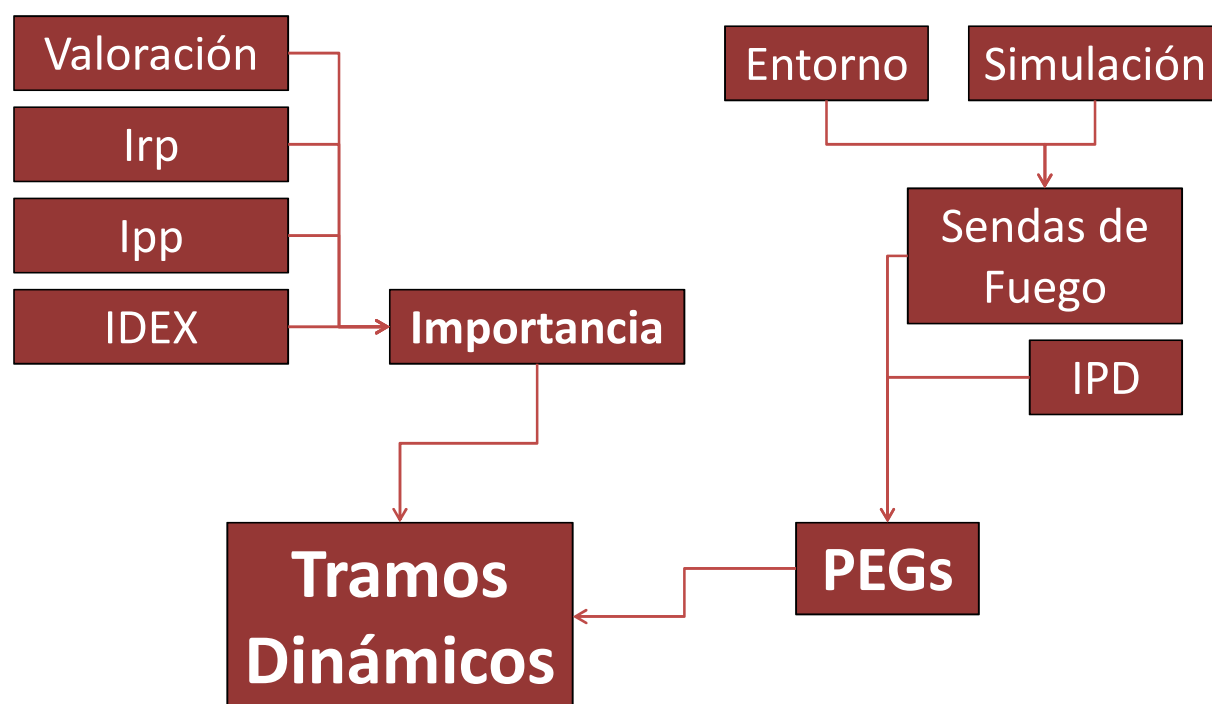


Figura 8. Marco conceptual seguido para el desarrollo del presente trabajo. Valoración = valoración del impacto de un frente de llamas sobre los recursos; Irp = Índice de Riesgo Potencial; Ipp = Índice de Peligro Potencial; IDEX = Índice de Dificultad de Extinción; Importancia = combinación de los distintos índices; Entorno = características físicas y naturales del territorio; Simulación = simulación informática mediante FlamMap; Sendas de Fuego = *Minimum Travel Time*; IPD = Infraestructuras Preventivas de Defensa; PEGs = Puntos Estratégicos de Gestión. Tramos Dinámicos = priorización en las actuaciones sobre los distintos TD.

Metodología

En el presente esquema conceptual (Figura 8) se expresan de un modo general los pasos que ha sido necesario realizar para la elaboración este trabajo. A modo de resumen introductorio se indica por un lado que se ha caracterizado la totalidad del territorio a través de integración de cuatro índices que expresan: el impacto económico de un frente de llamas sobre los distintos recursos, el riesgo potencial de incendios forestales, el peligro potencial de incendios forestales y la dificultad en la extinción de dichos incendios forestales. Por otro lado se ha determinado a partir de las características del territorio, la red de Infraestructuras Preventivas de Defensa contra Incendios Forestales y el uso de simuladores informáticos una serie de Puntos Estratégicos de Gestión, que se encuentran dentro de las propias infraestructuras preventivas. Posteriormente, ambas líneas de trabajo se han fusionado, asociando a cada uno de estos puntos una importancia que ha sido utilizada para priorizar la actuación sobre tramos concretos (Tramos Dinámicos) de las Infraestructuras Preventivas de Defensa.

Condiciones meteorológicas

Debido a que el fin último de este trabajo es la determinación y priorización de Puntos Estratégicos de Gestión (PEG) y de Tramos Dinámicos (TD) desde el punto de vista de la prevención y de la extinción de incendios forestales, las condiciones meteorológicas utilizadas para el desarrollo del presente estudio se corresponden a las condiciones contempladas para el diseño de las distintas IPD de primer orden por el Centro Operativo Provincial (COP) de la provincia de Almería (Tabla 1).

Tabla 1: condiciones meteorológicas de diseño de IPD 1^{er} orden. Fuente: COP Almería.

Parámetro	Magnitud
Hora solar	12:00
Temperatura	35 °C
Humedad Relativa	19 %
Velocidad del viento (10 m)	40 km·h ⁻¹

Tamaño de celda

Para que la escala de trabajo responda a criterios de eficiencia analítica y de características del medio, se hizo necesario definir un tamaño de celda como unidad de análisis del territorio. Este tamaño de celda se determinó como el cociente entre la extensión del territorio a analizar y el número de celdas necesarias, calculadas a partir del análisis de las manchas de modelos de combustible UCO-40 (Rodríguez y Silva y Molina, 2012) partiendo de un tamaño de la celda básica de muestreo de 0,5 hectáreas (1).

$$n = \frac{t^2 \cdot CV^2}{\varepsilon^2 + \frac{t^2 \cdot CV^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

- n representa a la magnitud de la muestra en número de unidades de celdas de muestreo.
- t representa al estadístico t de Student, cuyo valor depende de la magnitud de la muestra y del nivel de probabilidad elegido en la determinación del error.
- CV representa al coeficiente de variación, calculado como la multiplicación por 100 del cociente entre la desviación típica del número de manchas de combustible por celda y la media del número de manchas por celda.
- ε representa el error de muestreo en porcentaje, del 10% para dos colas.
- N representa al tamaño de la población, calculado como el cociente entre la superficie total analizada y la superficie de la celda de muestreo.

Para ello se utilizó un método iterativo, obteniendo una primera aproximación del tamaño de celda partiendo de un valor del estadístico t de Student de 2 para un elevado número de grados de libertad (60). Una vez que se obtuvo un valor aproximado del tamaño de la muestra, se procedió a corregir el estadístico t de Student para un nivel de confianza del 0,05 y “n-1” grados de libertad y hallar de este modo el número definitivo de celdas.

La geometría de celda elegida fue la geometría cuadrangular, cuyo lado se calcula como la raíz cuadrada del cociente entre la extensión del territorio y el número definitivo de celdas.

Sendas de fuego

Para la determinación de los caminos principales o sendas de fuego se utilizó el software FlamMap versión 5.0.3 64 bit (Finney et al., 2004), desarrollado por el USDA Forest Service. Con el objetivo de adaptarse a las capacidades de procesamiento de los diversos equipos informáticos utilizados, se procedió a dividir el área de estudio en 6 cuadrículas (Anejo V - Figura 24).

Para la determinación de las sendas de fuego fue necesario el uso de diversas capas de información:

- Modelo Digital de Elevaciones (DEM) con una resolución de 10 x 10 metros, en formato ascii (.asc) (Anejo V - Figura 25).
- Pendiente en porcentaje, creada a partir del DEM, en formato ascii (.asc) (Anejo V - Figura 23).
- Orientación en grados (base 360) creada a partir del DEM, en formato ascii (.asc) (Anejo V - Figura 26).
- Modelos de Combustible del sistema Behave (Burgan & Rotermel, 1984), en formato ascii (.asc) (Anejo V - Figura 27).
- Cubierta del suelo por la vegetación arbórea, entendida como la fracción horizontal de suelo cubierta por copas, en formato ascii (.asc) y en una escala cuantitativa del 1 al 4 según el siguiente criterio (Anejo V - Figura 29):
 - 1) 0 – 20%
 - 2) 21 – 50%
 - 3) 50 – 80%
 - 4) 81 – 100%

Esta clasificación se ha realizado mediante una reclasificación de la capa de modelos de combustible.

- Localización de los puntos de inicio de la simulación (Anejo V - Figura 30): para adaptarse a la realidad del entorno, respetando la capacidad de procesamiento de los equipos informáticos, se determinaron como puntos de inicio la posición de los incendios ocurridos entre los años 2010 y 2015 en la zona de estudio. En aquellos casos en los que no se poseía información de incendios en ese periodo para una cuadrícula determinada, se determinaron para una posición aleatoria, un número de puntos igual a la media ponderada por superficie del número de incendios simulados para el resto de cuadrículas. Esta capa de información se añade en formato shape (.shp).
- Dirección e intensidad del vector viento, cuya determinación se desarrolla en el apartado “Vector viento”, en formato ascii (.asc).

Además de estas capas de información, fue necesaria la creación de un fichero de texto en formato específico “.fms” para la inclusión de las humedades de los combustibles, determinadas para 1, 10 y 100 horas de tiempo de retardo, además de las humedades esperadas para los combustibles leñosos y herbáceos vivos. Estas fueron determinadas mediante el uso de las tablas del ICONA (1981) y datos previos (Fuente: LABIF) para las condiciones meteorológicas de diseño de las infraestructuras preventivas de primer orden.

Las características dasométricas fueron extraídas de los inventarios aportados por COP de la provincia de Almería, requiriéndose información acerca de la altura de los pies arbóreos (H) en

metros, altura a la primera rama viva (H1r) en metros y densidad aparente de copas (CBD) en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Vector viento

El vector viento se determinó con mayor precisión mediante el uso del software WindNinja versión 3.1.0 (Forthofer et al., 2010), desarrollado por el USDA Forest Service. La dirección e intensidad del viento base introducidas en el simulador se corresponden con las condiciones de diseño de las IPD de primer orden, y las condiciones del entorno fueron introducidas desde el archivo de Landscape Project (.lcp) generado para la simulación en FlamMap, lo cual permite una mayor precisión al contemplar la rugosidad de la superficie al incluir los modelos de combustible y la cubierta del dosel arbóreo. La simulación se realizó mediante ecuaciones de conservación de la masa.

Índice de Riesgo Potencial

Para la determinación del Índice de Riesgo Potencial (2) se han enumerado una serie de factores de riesgo para la ocurrencia de Incendios Forestales (Anejo IV - Tabla 15) cuya importancia viene determinada por el análisis de la causalidad, es decir, el número de incendios ocurridos cuyo inicio es debido a la presencia de la causa de riesgo descrita, respecto al total de los incendios estudiados.

Para cada una de las causas de riesgo se han determinado tres áreas de influencia, cuya importancia decrece a medida que aumenta la distancia: influencia alta, a la que se atribuye un valor de 15, influencia media con un valor de 10 e influencia baja con un valor de 5. Estas áreas de influencia se han determinado a partir de un buffer sobre las distintas capas de información con los elementos considerados, estando la distancia de cada área de influencia reflejada en la Tabla 15 (Anejo IV). El valor del riesgo potencial para un píxel concreto se calcula como la suma del valor del riesgo potencial para cada una de las causas.

$$I_{rp} = \sum_{i=1}^{i=n} v_i \times \frac{S_i}{S_t} \quad (2)$$

Donde:

- I_{rp} representa al Índice de Riesgo Potencial.
- n representa al conjunto de factores de riesgo considerados.
- v_i representa al valor del riesgo para un factor en un píxel.
- S_i representa al conjunto de píxeles en las mismas condiciones de riesgo.
- S_t representa al conjunto de píxeles de una celda.

Para la determinación de las zonas en las que se realizan actividades forestales se ha realizado un buffer alrededor (e incluyendo el área interna) de las zonas arboladas. Las áreas recreativas han sido consideradas como un centroide alrededor del cual realizar el buffer. Las líneas cortafuegos han sido también contempladas como fuente potencial de igniciones debido a lo intenso de los trabajos que se realizan en estas zonas. El buffer alrededor de las zonas agrícolas ha sido basado en la Ley 5/1999, de 29 de junio, de prevención y lucha contra los incendios forestales de la Comunidad Autónoma de Andalucía. El buffer relacionado a causas naturales (rayos) se ha realizado a los lados del eje de las divisorias presentes en el área de estudio, tras haber determinado las cuencas principales.

Índice de Riesgo Histórico

El Índice de Riesgo Histórico (3) (ICONA, 1981) permite realizar una evaluación de la ocurrencia de Incendios Forestales para un área de estudio, desde la perspectiva de la temporalidad y la causalidad mediante la armonización por promedio de dos índices: el Índice de Riesgo Espacio-Temporal (4) por un lado y el Valor de la Causalidad (7) por otro. Para su valoración cualitativa puede consultarse la Tabla 16 (Anejo IV).

$$R_h = \frac{R_{te} + C_t}{2} \quad (3)$$

Donde:

- R_h representa el Índice de Riesgo Histórico.
- R_{te} representa el Índice de Riesgo Espacio-Temporal.
- C_t representa Valor de la Causalidad.

Dado el tamaño de las celdas objeto de estudio, no ha tenido lugar una ocurrencia de Incendios Forestales dentro de estas lo suficientemente intensa como para que el citado índice muestre unos resultados acordes a la realidad. Es por ello que se ha procedido a su cálculo para el total de los municipios que componen el área de influencia de la Sierra de Los Filabres.

Independientemente de la necesidad de este índice para poder realizar el cálculo de priorizaciones de actuación sobre el territorio al ser integrado junto a otros índices, este constituye por sí mismo una herramienta útil para conocer la casuística en un territorio y orientar hacia dónde se deben dirigir los esfuerzos para reducir el número de Incendios Forestales.

Índice de Riesgo Espacio-Temporal

El Índice de Riesgo Espacio-Temporal (4) surge de una armonización entre el Índice de Riesgo Temporal (5) y el Índice de Riesgo Espacial (6).

$$R_{te} = \frac{2(R_t \cdot R_e)}{(R_t + R_e)} \quad (4)$$

Donde:

- R_{te} representa el Índice de Riesgo Espacio-Temporal.
- R_t representa el Índice de Riesgo Temporal.
- R_e representa el Índice de Riesgo Espacial.

Índice de Riesgo Temporal

El Índice de Riesgo Temporal (5) es un índice diseñado para grandes extensiones, razón por la cual su escala de cálculo es del orden de horas (Hora concreta, día concreto, mes concreto para el conjunto de años). En base a lo indicado anteriormente acerca del tamaño de celda, se ha realizado el cálculo de este índice para la hora con mayor número de incidentes, día con mayor número de incidentes y mes con mayor número de incidentes.

$$R_t = \left(\frac{1}{a}\right)^3 \left[\sum_1^a \frac{h_i}{n} \right] \left[\sum_1^a \frac{d_i}{n} \right] \left[\sum_1^a \frac{m_i}{n} \right] \quad (5)$$

Donde:

- R_t representa el Índice de Riesgo Temporal.
- a representa el número de años objeto del análisis histórico.
- h_i representa el número de incendios que a la hora (h_i) se registraron durante cada año.
- d_i representa el número de incendios que durante el día (d_i) de la semana se registraron durante cada año.
- m_i representa el número de incendios que durante el mes (m_i) del año se registraron durante cada año.
- n representa el número total de incendios registrados en cada año del período histórico

Índice de Riesgo Espacial

El Índice de Riesgo Espacial (6) muestra el número medio de sucesos al año en la zona de estudio para el periodo de estudio.

$$R_e = \left(\frac{1}{a}\right) \left[\sum_{n=1}^{n=a} n_i \right] \quad (6)$$

Donde:

- R_e representa el Índice de Riesgo Espacial.
- a representa el número de años objeto del análisis histórico.
- n_i representa el número de incendios registrados en cada cuadrícula en el año i del período histórico de análisis.

Valor de la Causalidad

El Valor de la Causalidad (7) ha sido determinado mediante un índice integrador de las causas, realizando una integración de los cálculos por año de estudio referido al total de años. Para ello se han asignado los valores de importancia por tipo de causa que se muestran en la Tabla 17 (Anejo IV) (ICONA, 1981).

$$C_t = \left(\frac{1}{a}\right) \sum_{i=1}^{i=a} \left[\frac{(\sum_1^l c \cdot n_c)}{n_i} \right] \quad (7)$$

Donde:

- C_t se refiere al Valor de la Causalidad.
- a representa el número de años objeto del análisis histórico.
- l representa el número de causas contempladas en el análisis.
- c es un coeficiente de peligrosidad específico para cada causa.

- n_c representa el número de incendios de cada causa en cada año.
- n_i representa el número de incendios ocurridos en cada año.

Índice de Peligro Potencial

El Índice de Peligro Potencial se ha calculado a nivel de píxel siguiendo la metodología de Rodríguez y Silva (1995, 1998, 2000); está compuesto por la integración de tres componentes que reflejan distintas realidades del fuego (8); en primer lugar el Subíndice de Ignición, que refleja la facilidad con la que los elementos vegetales finos muertos sufren una ignición ante un aporte de calor, en segundo lugar el Subíndice de Comportamiento Dinámico, que refleja la propagación que podría llegar a producirse y por último el Subíndice Energético, que refleja la cantidad de energía que puede llegar a liberarse. En conjunto, la integración de estos Subíndices refleja el peligro en función de la combustibilidad de la vegetación existente.

$$I_{pp} = I_{ig} + I_{cd} + I_{ce} \quad (8)$$

Donde:

- I_{pp} se refiere al Índice de Peligro Potencial.
- I_{ig} se refiere al Subíndice de Ignición.
- I_{cd} se refiere al Subíndice de Comportamiento Dinámico.
- I_{ce} se refiere al Subíndice de Comportamiento Energético.

El paso de nivel de píxel a nivel de celda se ha realizado mediante el uso de SIG, obteniendo el valor medio del conjunto de valores dentro de una misma celda de estudio.

Subíndice de Ignición

Refleja la facilidad con la que el combustible acumula energía calórica, comenzando las reacciones de oxidación que dan lugar a la combustión, y para ello se han de tener en cuenta por separado los distintos modelos de combustible dentro de una misma celda. La probabilidad de ignición de la celda en su conjunto se calcula mediante la ecuación (9).

$$I_{ig} = \sum_{i=1}^{i=n} PI_{mi} \times CIg_{mi} \times A_{mi} \times \frac{S_i}{S_t} \quad (9)$$

Donde:

- I_{ig} se refiere al Subíndice de Ignición.
- PI_{mi} se refiere al peso asociado a la probabilidad de ignición de cada mancha concreta de combustible.
- CIg_{mi} se refiere a coeficiente de ignición de cada modelo de combustible.
- A_{mi} se refiere a la inflamabilidad del conjunto de cada mancha concreta de combustible.
- S_i se refiere a la superficie ocupada por cada mancha de modelo de combustible dentro de la celda.
- S_t se refiere a la superficie total de la celda.

- n se refiere al número total de distintas manchas modelos de combustible dentro de una misma celda.

La probabilidad de ignición estima la probabilidad de que una pavesa o brasa provoque una inflamación al entrar en contacto con combustible ligero muerto. Los datos se han extraído de la relación aportada por el ICONA (1981). Para ello ha sido necesario estimar la humedad básica de los combustibles finos muertos, determinada a partir de las condiciones meteorológicas de diseño de las infraestructuras preventivas de primer de la provincia de Almería. La corrección de la humedad ha sido realizada con el apoyo de un Modelo Digital de Elevaciones a partir del cual se han calculado pendientes y exposiciones, y con una capa de modelos de combustible UCO-40 (Rodríguez y Silva & Molina, 2012) (Anejo V - Figura 28) para determinar el nivel de sombreado (Anejo V - Figura 29).

Esta probabilidad de ignición, que se expresa de forma porcentual, se encuentra asociada a un peso que se puede consultar en la Tabla 18 (Anejo IV).

El coeficiente de ignición se extrae de la Tabla 19 (Anejo IV), a partir de los modelos de combustible del sistema Behave.

La inflamabilidad ha sido estimada ponderando en función del porcentaje de ocupación de las distintas especies en las distintas manchas de modelos de combustible a partir de una capa de usos del suelo. Los valores de la inflamabilidad usados son los aportados por Hernando (1989) y Moreira (2012).

Subíndice de Comportamiento Dinámico

El cálculo del Subíndice de Comportamiento Dinámico se ha realizado a nivel de píxel mediante la caracterización de situaciones tipo que han sido simuladas con el software Visual Behave (Rodríguez y Silva et al., 2010). Las velocidades de propagación obtenidas se han transformado en un peso, que se puede consultar en la Tabla 20 (Anejo IV). Para el cálculo del Subíndice de Comportamiento Dinámico a nivel de celda se ha utilizado la ecuación (10).

$$I_{cd} = \sum_{i=1}^{i=n} CD_i \times \frac{S_i}{S_t} \quad (10)$$

Donde:

- I_{cd} se refiere al Subíndice de Comportamiento Dinámico.
- CD_i se refiere al peso asociado a la velocidad de propagación de una situación tipo i .
- S_i se refiere al número de píxeles dentro de la celda que se corresponden a una misma situación tipo i .
- S_t se refiere al total de píxeles dentro de una misma celda.
- n se refiere al número total de situaciones tipo presentes dentro de una misma celda.

Subíndice de Comportamiento Energético

Para el cálculo del Subíndice de Comportamiento Energético se han determinado a nivel de píxel los valores esperados de longitud de llama y calor por unidad de área mediante la caracterización de situaciones tipo que han sido simuladas con el software Visual Behave (Rodríguez y Silva et al.,

2010). A estos valores se les ha asignado un peso en función de la Tabla 20 (Anejo IV) de equivalencias, y dichos pesos han sido utilizados para una caracterización a nivel de celda (11).

$$I_{ce} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{2 \times FL_i \times HUA_i}{FL_i + HUA_i} \times \frac{S_i}{S_t} \quad (11)$$

Donde:

- I_{ce} se refiere al Subíndice de Comportamiento Energético.
- FL_i se refiere al peso asociado a la longitud de llama en una situación tipo i .
- HUA_i se refiere al peso asociado al calor por unidad de área en una situación tipo i .
- S_i se refiere al total de píxeles en una celda caracterizados por una situación tipo i .
- S_t se refiere al total de píxeles por celda.
- n se refiere al número total de distintas situaciones tipo dentro de una misma celda.

Índice de Dificultad de Extinción

El Índice de Dificultad de Extinción (12) (Rodríguez y Silva et al., 2012) es una herramienta útil en la priorización de las operaciones destinadas a la prevención y supresión de los incendios forestales que tiene en cuenta tanto el Comportamiento Energético del incendio una vez la combustión ha sido consolidada, como la accesibilidad, la movilidad, la penetrabilidad, la actuación de los medios aéreos y la capacidad de apertura de líneas de defensa del territorio estudiado.

$$I_{dex} = \frac{I_{ce}}{(I_p + I_m + I_a + I_c + I_{ar})} \quad (12)$$

Donde:

- I_{dex} es el Índice de Dificultad de Extinción.
- I_{ce} es el Subíndice de Comportamiento Energético.
- I_p es el Subíndice de Penetrabilidad.
- I_m es el Subíndice de Movilidad.
- I_a es el Subíndice de Accesibilidad.
- I_c es el Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa.
- I_{ar} es el Subíndice de Medios Aéreos.

El Subíndice de Comportamiento Energético hace referencia, como ya se ha dicho, a la combustión potencial de la zona analizada una vez que el fuego ha comenzado y la fase oxidativa ha sido completada. Su cálculo se puede consultar en el apartado “Subíndice de Comportamiento Energético”.

Subíndice de Penetrabilidad

El Subíndice de Penetrabilidad (13) se refiere a la dificultad que encuentran los combatientes para acceder, a pie, al área analizada. En su cálculo se incluyeron la pendiente, la dificultad del modelo de combustible para el avance a pie, la dureza del suelo, la orientación y la existencia de sendas de pre-combate (Anejo IV - Tabla 21).

$$Ip = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(s_i + d_i + sh_i + e_i)}{pt_i} \times \frac{S_i}{S_t} \quad (13)$$

Donde:

- I_p es el Subíndice de Penetrabilidad.
- s_i es el peso en función de la pendiente.
- d_i es el peso en función de la dificultad de avance del modelo de combustible.
- sh_i es el peso en función de la dureza del suelo.
- e_i es el peso en función de la exposición.
- pt_i es el peso en función de la cantidad de sendas ya existentes susceptibles de ser usadas por los combatientes.
- S_i es el área con unas mismas condiciones dentro de una celda.
- S_t es el área total de la celda.
- n se refiere al número total de distintas condiciones dentro de una misma celda.

Subíndice de Movilidad

El Subíndice de Movilidad se refiere a la facilidad con la que los equipos terrestres se mueven fuera de las vías convencionales, para lo que se basa en la longitud de las áreas y las líneas cortafuegos. El peso asignado, cuya relación se puede consultar en la Tabla 22 (Anejo IV), se asignó en función de la longitud total ponderada por celda de estudio de las IPD. La ponderación se realizó en función de las características de la IPD, asociándola a una determinada velocidad de circulación (Diputació de Barcelona, 2009), de este modo, a las infraestructuras preventivas de anchura superior a 30 metros se les asigna una velocidad de circulación de $18,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (100%), mientras que a las de anchura igual o inferior a estos 30 metros se le asigna una velocidad de circulación de $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Subíndice de Accesibilidad

El Subíndice de Accesibilidad refleja la densidad de vías de comunicación disponibles para el movimiento de los vehículos terrestres en las labores de supresión y control de un incendio forestal en el área de estudio. El peso se ponderó en función de la longitud de vías en la red de comunicación (Anejo IV - Tabla 22) y de la importancia de estas vías (Anejo IV - Tabla 23).

Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa

El Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa (14) representa el ratio de construcción de líneas de defensa tanto por parte de los grupos de combatientes usando herramientas manuales, como por parte de la maquinaria (Anejo IV -

Tabla 24). En la elaboración de este subíndice se hizo necesario realizar una corrección en función de la pendiente (Anejo IV - Tabla 25).

$$Ic = \sum_1^n (Ih_i + Im_i) \times SC_i \times \frac{S_i}{S_t} \quad (14)$$

Donde:

- Ic es el valor del Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa.
- Ih_i es el peso asignado a la apertura manual de líneas de defensa para cada condición tipo dentro de la celda.
- Im_i es el peso asignado a la apertura mediante maquinaria de líneas de defensa para cada condición tipo dentro de la celda.
- SC_i es el factor corrector debido la pendiente para cada condición tipo dentro de la celda.
- S_i es el área con unas mismas condiciones dentro de una celda.
- S_t es el área total de la celda.

Subíndice de Medios Aéreos

El Subíndice de Medios Aéreos (15) tiene en cuenta la actuación de los diferentes tipos de medios aéreos que pueden intervenir en las labores de extinción, es decir, medios aéreos de ala rotatoria, medios aéreos de ala fija de carga en tierra y medios aéreos de ala fija con capacidad para cargar sobre masas de agua.

$$Iar = I_h + I_{aa} + I_{la} \quad (15)$$

Donde:

- I_{ar} es el Subíndice de Medios Aéreos.
- I_h es la variable que hace referencia a los helicópteros.
- I_{aa} es la variable que hace referencia a los aviones anfíbios.
- I_{la} es la variable que hace referencia a los aviones de carga en tierra.

El valor de estas variables es un peso (Anejo IV - Tabla 26) asignado en función del tiempo entre dos descargas consecutivas (16).

$$T_{descarga} = (2t_{viaje} + t_{carga}) \quad (16)$$

Donde:

- $t_{descarga}$ es el tiempo entre dos descargas consecutivas.
- t_{viaje} es el tiempo de vuelo desde el lugar donde se realiza la descarga hasta el lugar donde se realiza la recarga y viceversa (17).
- t_{carga} es el tiempo en segundos que se tarda en realizar la recarga.

El tiempo de viaje se calcula según la ecuación (17).

$$t_{viaje} = \frac{d}{V_{medio\ aéreo}} \quad (17)$$

Donde:

- t_{viaje} es el tiempo desde el lugar donde se realiza la descarga hasta el lugar donde se realiza la recarga y viceversa en segundos.
- d es la distancia desde el lugar donde se realiza la descarga al lugar donde se realiza la recarga.
- $V_{medio\ aéreo}$ es la velocidad en metros por segundo de la aeronave.

Para la determinación de las distancias a recorrer se determinó el centroide de cada celda y los puntos mediante fotointerpretación y documentación de la zona en los que cada medio aéreo puede realizar la recarga. Posteriormente se ha calculado la distancia al más cercano de todos los puntos posibles para cada tipo de medio. Los datos que se han utilizado de referencia para cada medio aéreo vienen reflejados en la Tabla 27 (Anejo IV).

Valoración económica

Cualquier incendio supone un impacto económico cuya magnitud dependerá de diversas variables tales como la naturaleza de la superficie sobre la que se propague o las condiciones meteorológicas durante su avance.

La valoración económica del impacto de un potencial incendio forestal sobre el área de estudio se ha determinado para diversos recursos tangibles e intangibles como son el recurso maderero, el de las leñas, la biomasa, el cinegético, el de pastos, el de la fijación de carbono y el de uso. Para ello ha sido necesario el uso de simuladores del comportamiento del fuego y de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando los resultados del impacto sobre los distintos tipos de recursos ante el paso de un frente de llamas para las condiciones meteorológicas de diseño.

El valor final del impacto del frente de llama en un píxel se consideró como la sumatoria de los distintos impactos calculados (18). Conociendo la superficie reflejada por píxel, se pudieron referir estos valores por hectárea.

$$I_{ef} = \sum_{i=1}^{i=n} (D_i \cdot V_i) \quad (18)$$

Donde:

- I_{ef} se refiere al impacto económico del frente de llama en el píxel analizado.
- D_i se refiere a la magnitud de la depreciación del recurso i debido al paso del frente de llamas.
- V_i se refiere al valor del recurso i (Martínez Ruíz, 2000).
- n se refiere al total de recursos considerados en el estudio.

Ratio de depreciación

El nivel de afectación del fuego sobre los distintos recursos depende en gran medida de las condiciones que ha presentado en su propagación, para cuya determinación se han realizado

simulaciones para las condiciones meteorológicas de diseño, orográficas y de combustible mediante el uso del software Visual Behave (Rodríguez y Silva et al., 2010). La variable contemplada en este estudio para clasificar el nivel de deterioro (Ratio de Depreciación o Cambio Neto en el Valor de los Recursos) del recurso maderero y de los recursos mediatos por Niveles de Intensidad de Fuego (NIF) fue la longitud de llama (Rodríguez y Silva et al., 2012) (Anejo IV -

Tabla 28). Los distintos niveles de deterioro han sido aplicados a los recursos afectados correspondientes, los cuales han sido evaluados siguiendo la metodología propuesta en el "Manual de Valoración de Montes y Aprovechamientos Forestales" (Martínez Ruiz, 2000).

Recurso maderero

Para la determinación del valor del recurso maderero se ha trabajado a partir de la información geográfica de los distintos usos del suelo, así como de la contenida en el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3).

En primer lugar, se han clasificado las masas a partir de la capa de usos del suelo dependiendo de si tienen o no una función de producción maderera y de su naturaleza como coníferas o frondosas, y dentro de esto, por especies. La determinación del turno se ha llevado a cabo a partir de la especie y la zona. La edad se ha extraído a partir del IFN3, al igual que el Volumen Con Corteza (VCC), para cuya extrapolación se ha llevado a cabo el método geoestadístico del kriging para cada una de las especies arbóreas principales presentes. El precio de la madera y la depreciación de la madera quemada se han extraído del "Observatorio de precios de productos forestales" de la Red Forestal para el desarrollo Rural (RedFor) a fecha de 14/02/2017. La tasa de interés se ha deducido a partir de turno.

$$V_i = D_{pi} + P_{pi} \quad (19)$$

$$D_{pi} = V_{oi} - V_{ri} \quad (20)$$

$$V_{oi} = VCC \cdot PM \quad (21)$$

$$V_{ri} = (1 - DMQ) \cdot PM \cdot MDA \cdot (1 - FIL) \cdot VCC \quad (22)$$

$$P_{pi} = VCC \cdot PM \cdot \frac{(1 + t)^{T-e} - 1}{(1 + t)^{T-e}} \quad (23)$$

Donde:

- V_i se refiere al valor del impacto sobre el recurso i (€·ha⁻¹).
- D_{pi} se refiere al daño potencial sobre el recurso i (€·ha⁻¹).
- P_{pi} se refiere al perjuicio potencial sobre el recurso i (€·ha⁻¹).

- V_{oi} se refiere al valor original del recurso i ($\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$).
- V_{ri} se refiere al valor remanente esperado del recurso i tras el paso del frente de llamas ($\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$).
- VCC se refiere al Volumen Con Corteza presente ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).
- PM se refiere al Precio de la Madera ($\text{€} \cdot \text{m}^{-3}$).
- DMQ se refiere a la Depreciación de la Madera Quemada en tanto por uno.
- MDA se refiere a la Madera Dañada con Aprovechamiento en tanto por uno.
- FIL se refiere a la depreciación del recurso como consecuencia del paso del frente de llamas, en tanto por uno.
- t se refiere a la tasa de interés en tanto por uno.
- T se refiere al turno en años.
- e se refiere a la edad de la masa en años.

Recurso leñas

En el aprovechamiento de las leñas es necesario destacar su baja importancia en la zona objeto de estudio. Este aprovechamiento es únicamente realizado en aquellas zonas con especies cuya madera es comúnmente valorada para este tipo de uso, fundamentalmente del género *Quercus*. Su cálculo se realiza mediante la ecuación (24). El volumen de leñas ha sido obtenido a partir de la información contenida en el IFN3. Dado que esta información se corresponde a parcelas aisladas, su valor se ha extrapolado mediante el método geoestadístico del kriging. El valor de las leñas se ha obtenido del “Observatorio de precios de productos forestales” de RedFor.

La valoración se ha realizado considerando un contrato plurianual de 5 años en el cual había transcurrido la mitad del periodo.

$$P_{pi} = PA \cdot PL \cdot \frac{(1+t)^{T-e} - 1}{t \cdot [(1+t)^T - 1]} \quad (24)$$

Donde:

- P_{pi} se refiere al perjuicio potencial del recurso leñas.
- PA se refiere a la Producción Anual de leñas.
- PL se refiere al Precio de las Leñas.
- t se refiere a la tasa de interés.
- T se refiere a la duración del contrato de aprovechamiento.
- e se refiere al tiempo transcurrido del contrato de aprovechamiento.

Recurso biomasa

Aquellas especies frecuentemente poco utilizadas como productoras de leña son comúnmente valoradas como fuente de biomasa. Es el caso de las extensiones de pinares de distintas especies afectadas por el incendio caso de estudio.

El valor de estas especies para biomasa ha sido extraído del “Observatorio de precios de productos forestales” de RedFor y la cantidad de biomasa que presentan se ha obtenido mediante el método geoestadístico del kriging a partir de información presente en el IFN3. Su valoración se ha llevado a cabo de modo similar al de los recursos maderables (20), como diferencia entre el recurso original y el recurso finalmente aprovechable según la metodología española.

Recurso cinegético

El recurso cinegético se considera en aquellas zonas que sean coto de caza bajo algún tipo de modalidad, dejando de lado en esta valoración a posibles casos de caza fuera de los cotos por razones de daños a propiedades.

Su cálculo (25) se ha llevado a cabo a partir de la sumatoria del stock y de la renta actualizada, determinando la tasa de interés en función de los requerimientos de las especies para recuperarse (a su vez también función de la recuperación del medio y del número de años de acotamiento). La renta perdida se considera a 10 años para la caza mayor y a 5 años para la caza menor.

$$V_i = \frac{(1+t)^T - 1}{t \cdot (1+t)^T} \cdot R_i \cdot D_i + S_i \quad (25)$$

Donde:

- V_i se refiere al valor del impacto sobre el recurso i (€·ha⁻¹).
- R_i se refiere a la renta anual (€·ha⁻¹) que proporciona el recurso i .
- D_i se refiere a la depreciación sufrida por el recurso i .
- S_i se refiere al Stock perdido del recurso i .
- t se refiere a la tasa de interés.
- T se refiere al tiempo necesario para la recuperación del recurso.

Caza mayor

La valoración de la renta y del stock para el caso de la caza mayor se ha obtenido del estudio para el Parque Natural de Monfragüe (2010) de compensaciones para no desarrollar actividades cinegéticas en ciertos entornos protegidos y diferenciando entre áreas priorizadas por la fauna por presentar especies palatables y presencia de refugios y áreas no priorizadas, con una menor afinidad de la fauna.

Caza menor

La valoración de la renta y del stock para el caso de la caza menor se ha obtenido de un estudio para la cercana Sierra de Gádor (Ruíz Tudela, 2015), distinguiendo por usos del suelo el mayor o menor valor de la renta y el stock.

Recurso pascícola

La valoración de los pastos (25) se ha llevado a cabo considerando los perjuicios como una función de lo que costará alimentar al ganado (o a la fauna cinegética en su caso) tras la pérdida del pasto natural, para lo cual se ha tenido en cuenta la distinta calidad alimenticia de los distintos tipos de pasto.

Es necesario señalar que algunos pastos están disponibles al año próximo, pudiendo llegar a presentar unas cualidades nutritivas mejoradas, mientras que aquellos pastos en zonas arboladas sufren un acotamiento al pastoreo que se ha considerado en el caso de estudio actual de cinco años.

Las pérdidas han sido calculadas como la renta perdida actualizada para el número de años que dura el acotamiento (o un solo año para pastos arbolados).

Recurso de fijación de CO₂

La cantidad de CO₂ liberado (29) se ha determinado a partir de las cargas de elementos leñosos y herbáceos vivos contempladas en el software Visual Behave, adaptadas a los modelos de combustible UCO-40 (Rodríguez y Silva & Molina, 2012). La cantidad de biomasa aérea y radical se ha obtenido a partir de Factores de Expansión de Biomasa (BEF). El cálculo del CO₂ liberado a partir del carbono consumido se ha obtenido mediante la relación estequiométrica correspondiente a la proporción de carbonos y oxígenos en la molécula del Dióxido de Carbono. El valor de mercado del CO₂ se ha extraído de los derechos de emisión de dióxido de carbono y créditos de carbono entre instalaciones para el entorno EUA con fecha de 14/02/2017.

$$B_a = 0,5 \cdot C \cdot D \cdot BEF_a \quad (26)$$

$$B_r = BEF_r \cdot B_a \quad (27)$$

$$C_f = B_a + B_r \quad (28)$$

$$CO_{2f} = \frac{MA_{CO_2}}{MA_C} \cdot C_f \quad (29)$$

$$D_p = CO_{2f} \cdot P \quad (30)$$

$$P_p = \frac{(1+t)^{T-e} - 1}{(1+t)^{T-e}} \cdot CO_{2f} \cdot P \quad (31)$$

$$V = D_p + P_p \quad (32)$$

Donde:

- B_a se refiere a la biomasa aérea presente.
- B_r se refiere a la biomasa radical presente.
- C se refiere a la carga de combustible.
- D se refiere a la densidad de la madera.
- BEF_a se refiere al Factor de Expansión de Biomasa aérea.
- BEF_r se refiere al Factor de Expansión de Biomasa Radical.
- C_f se refiere a la cantidad de carbono fijado.
- CO_{2f} se refiere a la cantidad de CO₂ fijado.
- D_p se refiere a los daños potenciales.
- P_p se refiere a los perjuicios potenciales.
- P se refiere al precio de la cantidad de CO₂.

- t se refiere a la tasa de interés en tanto por uno.
- V se refiere a la valoración del impacto.
- T se refiere al turno de la biomasa.
- e se refiere al tiempo necesario para la reabsorción por el sistema del Carbono liberado.

Valor de Uso

El impacto sobre el valor de uso se ha estimado a partir de las pérdidas en los valores paisajísticos de la zona afectada, siendo valorado mediante la metodología de Martínez Ruíz (2000).

Recurso paisajístico

La alteración sobre el paisaje se ha considerado de 20 años al contemplar tanto el tiempo que tardaría la vegetación en disminuir el impacto visual y el efecto memoria del observador. La tasa de interés se ha considerado del 8%. La renta se ha considerado como el 65% de la renta del suelo indicada por la Valoración de Bienes Inmuebles de Naturaleza Rústica ofrecida por la Agencia Tributaria de Andalucía de la Consejería de Hacienda y Administración Pública (Anejo IV - Tabla 30). Sobre la valoración del recurso se ha aplicado el ratio de depreciación.

Integración de los Índices

La integración de los distintos índices elaborados en el presente trabajo (I_{rp} , I_{pp} , $IDEX_{mod}$ y la Valoración Económica) se realizó mediante el método DELPHI o del *panel de expertos*, para lo cual fue previamente necesaria la normalización de los índices, permitiendo de este modo la compatibilidad al igualar la escala de trabajo.

Se solicitó a los miembros del panel de expertos una valoración por consenso del 1 al 10 del peso de la realidad que reflejan estos índices a la hora de planificar las labores de prevención y de extinción. Una vez obtenidos los pesos, se procedió a una ponderación de estos en base al total del peso obtenido, determinando de este modo un porcentaje de importancia de cada índice respecto al total. Con estos datos y mediante el uso de SIG, se obtuvo una distribución espacial por celdas del nivel de importancia del territorio respecto a los incendios forestales.

$$I_i = \sum_{i=1}^{i=n} c_p \cdot v_i \quad (33)$$

Donde:

- I_i se refiere a la integración en un punto del espacio de los distintos índices.
- n es el número total de índices utilizados en el estudio.
- c_p es el peso ponderado de cada índice i respecto al peso total.
- v_i es el valor para un punto del espacio de cada índice i .

Puntos Estratégicos de Gestión y Tramos Dinámicos

Los PEG se determinaron como intersección entre las sendas esperadas en la propagación del frente de llamas, simuladas mediante el software FlamMap, y la red de IPD.

La asignación de un valor de importancia a cada PEG se realizó estimando el área protegida por cada uno de estos puntos, ponderada en función de la importancia del terreno, es decir, cuanto mayor sea

el área que el PEG contribuye a proteger, y mayor sea la importancia de esta área, mayor será la importancia del PEG (Figura 10).

Para ello fue necesario definir en primer lugar las cuencas hidrográficas de la zona de estudio, lo que se realizó para flujos acumulados iguales o mayores a 20.000 píxeles con una resolución espacial de 100 m². Posteriormente se obtuvo un valor de importancia para cada las cuencas, relacionando cada una de estas con la capa de información espacial generada en el apartado “Integración de los Índices”. Por último, se ponderó la superficie de cada una de las cuencas en base a dicho valor medio de importancia, previamente normalizado, y se determinó el grado de influencia de las cuencas ponderadas por importancia sobre cada uno de los PEG, mediante un buffer de 100 metros alrededor de cada punto, reflejando de este modo la importancia de las cuencas aledañas.

Esta información permitió la priorización de los Tramos Dinámicos, que son secciones de Infraestructuras Preventivas de Defensa de características homogéneas, definidas por parte del Servicio de Extinción de Incendios para su ejecución y mantenimiento dentro de los Planes Quinquenales. Para dicha priorización se determinaron el número total de PEGs por cada Tramo Dinámico, se sumó su importancia y se ponderó en función de la longitud total del tramo. De este modo se obtuvo un índice de priorización de las actuaciones sobre unos Tramos Dinámicos frente a otros (Figura 9).

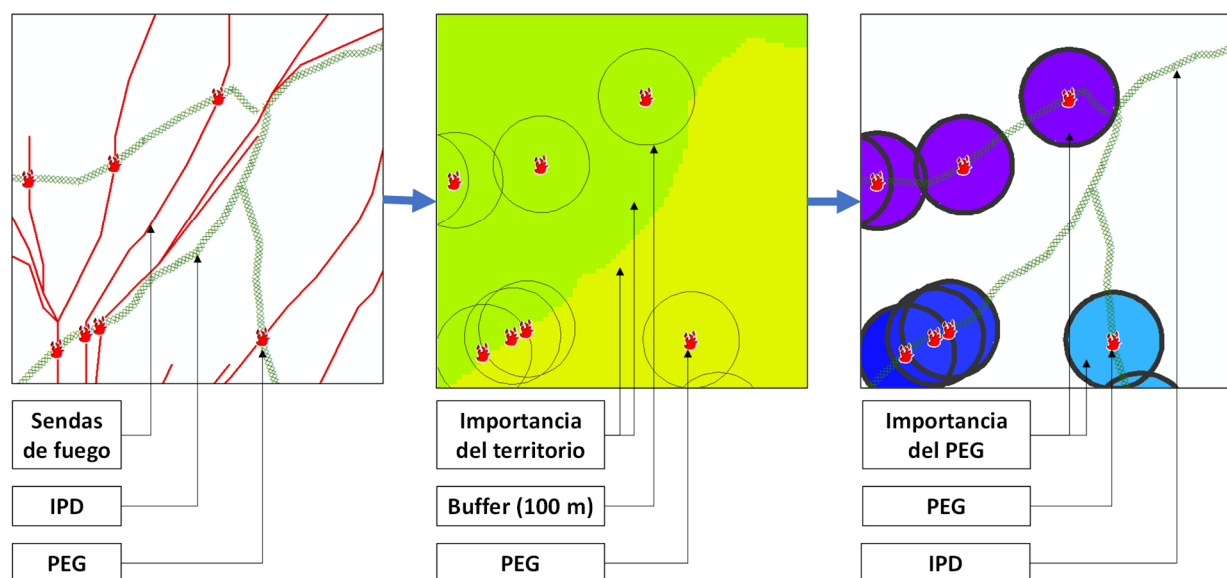


Figura 10. Esquema del método de determinación de los Puntos Estratégicos de Gestión.

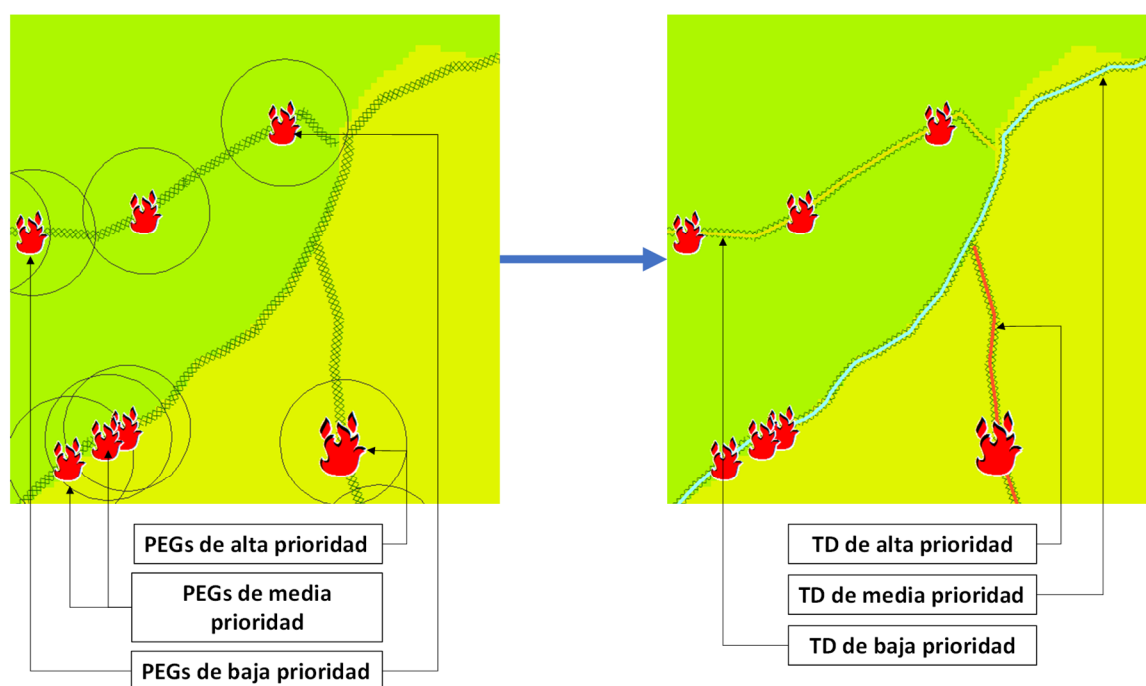


Figura 9. Esquema del método de obtención de los Tramos Dinámicos.

Resultados y Discusión

Tamaño de celda

Mediante la metodología descrita se obtuvieron un total de 1381 celdas (contando aquellas afectadas por el efecto borde, esto es, recortadas; la presencia de estas celdas recortadas implica que la división de la superficie entre el número de celdas no obtiene la extensión de celdas indicada a continuación, siendo el valor indicado el correcto teniendo en cuenta la corrección del efecto borde), que para los 1870,35 km² de extensión de la zona de estudio implicaron una superficie de celda de 150,77 hectáreas (1227,87 metros de lado) (Anejo V - Figura 31).

Sendas de fuego

Las distintas capas de información utilizadas en la determinación de las sendas de fuego pueden ser consultadas en las siguientes referencias (Anejo V):

MDE	Figura 25
Pendiente (%)	Figura 23
Orientación (360°)	Figura 26
Mod. Comb. 13	Figura 27
Nivel de sombreado	Figura 29
Ptos. inicio	Figura 30

Estas sendas de fuego (Anejo VI - Figura 32) ofrecen una información útil acerca de la propagación esperable por parte de un frente de llamas, mostrando la zona en vanguardia de la propagación. Dado que esta simulación ha sido generada a partir de los puntos de origen del histórico de incendios en la zona, tienen una representatividad con la realidad que ofrece el entorno; a pesar de esto, la información más útil la ofrecen las sendas más separadas del origen, por aumentar la probabilidad de ser en el futuro una zona de propagación de un frente de llamas.

Índice de Riesgo Potencial

El Índice de Riesgo Potencial (Anejo VI - Figura 11; Figura 12) supone una estimación de la causalidad de los incendios forestales, referido espacialmente y en una escala potencial; dado que la mayor parte (Anejo III - : aprox. el 84%) de los incendios forestales tienen una causa humana, este índice se ha visto muy afectado por la existencia de los distintos tipos de infraestructuras humanas, lo cual es un reflejo de la presencia humana en la zona de estudio.

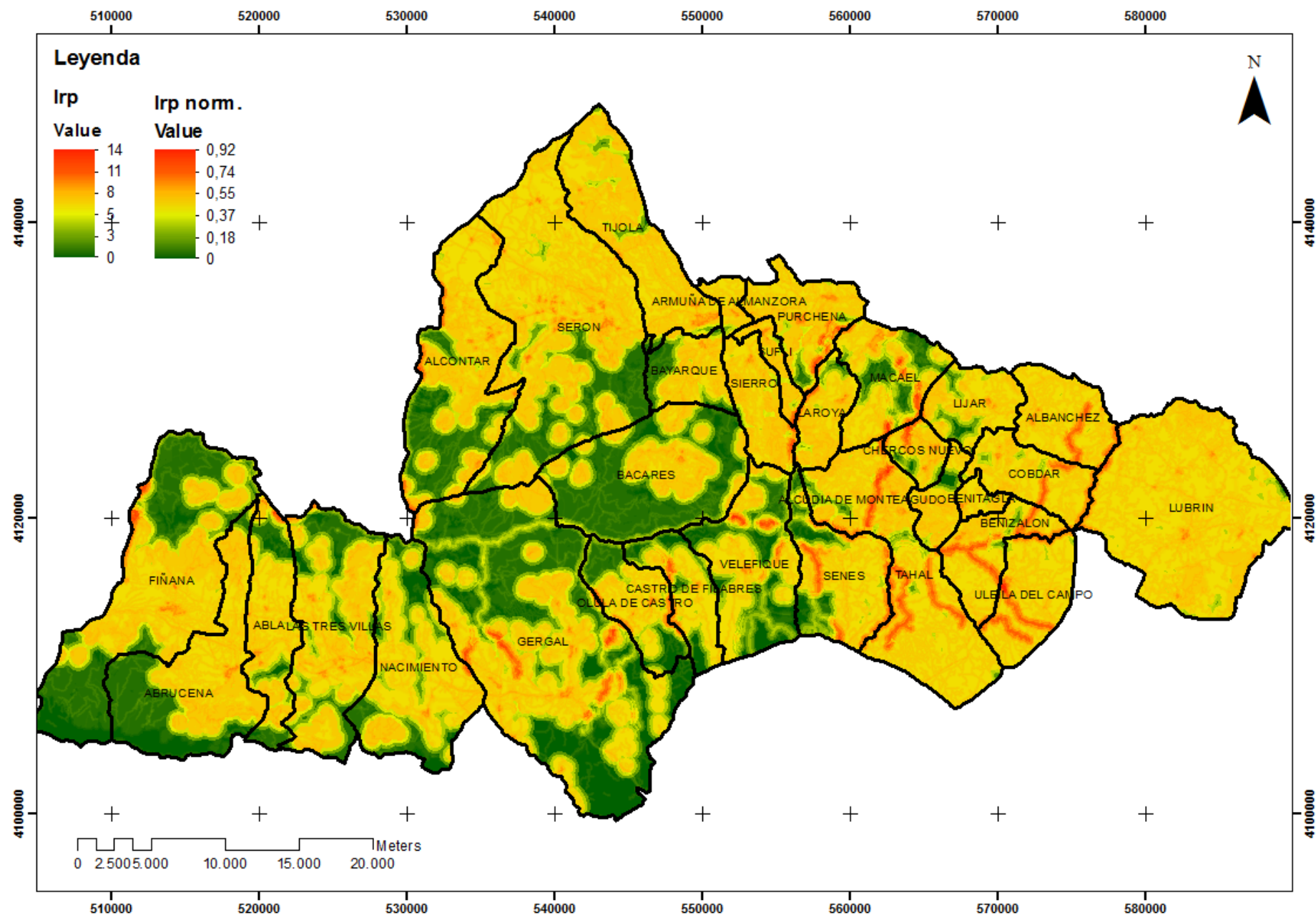


Figura 11. Valor del Índice de Riesgo Potencial (valores absolutos y normalizados) para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

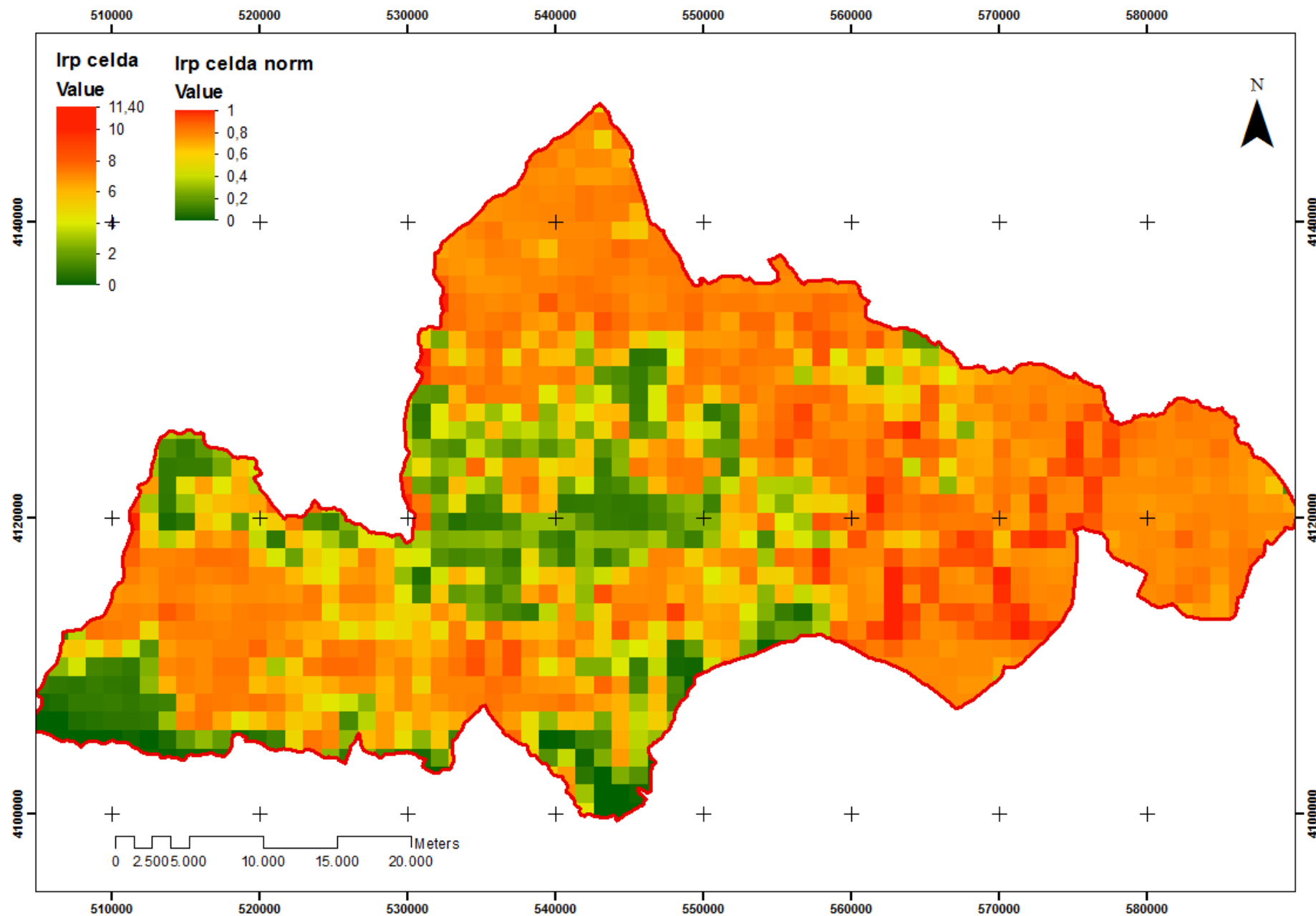


Figura 12. Valor del Índice de Riesgo Potencial (valores absolutos y normalizados) a nivel de celda para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Las poblaciones (Anejo VI - Figura 33) son las zonas con una mayor presencia urbana, y eso las hace zonas muy sensibles; tanto más cuanto mayor sea su contacto directo con la superficie forestal. Por otro lado, dada la distribución histórica de los usos del suelo, es común que las zonas inmediatamente aledañas a estos núcleos de población no sean de naturaleza forestal, sino agrícola. Es importante destacar la menor presencia de poblaciones en las zonas eminentemente forestales fruto de la acción combinada de la decadencia de la minería del hierro en la provincia de Almería por un lado, y del éxodo rural sufrido en los años '50 del siglo XIX. Esta disminución poblacional dejó a su paso una gran cantidad de zonas agrícolas (Anejo VI - Figura 34) con un bajo e incluso nulo mantenimiento, siendo en muchas ocasiones común la convivencia de zonas que continúan en explotación con zonas agrícolas que ya han sido parcialmente ocupadas por el monte.

Las actuaciones forestales (Anejo VI - Figura 35) son escasas en la zona de estudio, y se centran fundamentalmente en selvicultura preventiva y selvicultura de cuidado de la masa, centrándose estos en las zonas arboladas. Las IPD (Anejo VI - Figura 36) sufren una intensa transformación en la que interviene maquinaria e, incluso, prácticas con fuego prescrito, constituyéndose como una de las zonas forestales con mayor nivel de transformación humana.

Las áreas recreativas (Anejo VI - Figura 37) exteriores a los núcleos de población no son abundantes en la zona de estudio. Las carreteras (Anejo VI - Figura 38) se distribuyen por toda la zona de estudio, conectando las principales poblaciones entre sí. Los caminos (Anejo VI - Figura 39), mucho más abundantes, se encargan de conectar todas aquellas zonas que no son conectadas por las carreteras. Si bien su uso no es tan intenso como el de las carreteras, en estos, el contacto con la masa forestal es más directo. Las líneas férreas (Anejo VI - Figura 40) no entran en las zonas más forestales debido a lo complicado de la orografía, por lo que esquivan estas zonas, en su cometido de conectar núcleos de población con mayor cantidad de habitantes. Las líneas eléctricas (Anejo VI - Figura 41) presentan una distribución similar a la de las carreteras, pues conectan a las distintas poblaciones presentes en la zona de estudio, pero dadas sus características, no buscan un trazado fácil, sino directo, lo que supone tendidos eléctricos que atraviesan los terrenos independientemente de su naturaleza.

Las causas naturales consisten exclusivamente en rayos (Anejo VI - Figura 42) para la zona de estudio, y sus zonas de mayor probabilidad de impacto son las de mayor cota. Presentan la doble peligrosidad adicional de que no responden a criterios de cercanía humana, lo que puede llegar a implicar incendios incipientes en zona de difícil acceso y de que la simultaneidad es frecuente.

Índice de Riesgo Histórico

El valor del Índice de Riesgo Histórico para la zona de estudio es de 2,71, el cual se corresponde con un valor de bajo a moderado. Para su cálculo se ha trabajado con los 165 incendios ocurridos en la zona de estudio entre el año 2010 y el año 2015.

Índice de Riesgo Espacio-Temporal

El Índice de Riesgo Espacio-Temporal es un índice integrados de los índices temporal y espacial; dado los bajos valores de estos, en especial del índice de riesgo temporal, su valor es muy bajo: 0,0028.

Índice de Riesgo Temporal

Tabla 2. Máximo valor del Índice de Riesgo Temporal.
Fuente: elaboración propia.

Riesgo Temporal	
Hora=	18
Día=	6
Mes=	8
Factor horario	0,468
Factor diario	0,702
Factor mensual	0,936
R_t =	0,001423

El índice de Riesgo Temporal ofrece unos valores muy bajos para el área de estudio; esto se debe a que es un índice pensado para grandes extensiones, pues se centra en un análisis minucioso de la temporalidad. La información que se ofrece en la Tabla 2 se corresponde con el periodo temporal de mayor valor del índice, obtenido mediante optimizaciones lineales.

Índice de Riesgo Espacial

Este índice arroja un valor de 27,7 incendios al año para la zona de estudio. Un valor que, si bien es menor que el presente en otras zonas y provincias, incide sobre una zona de elevado valor.

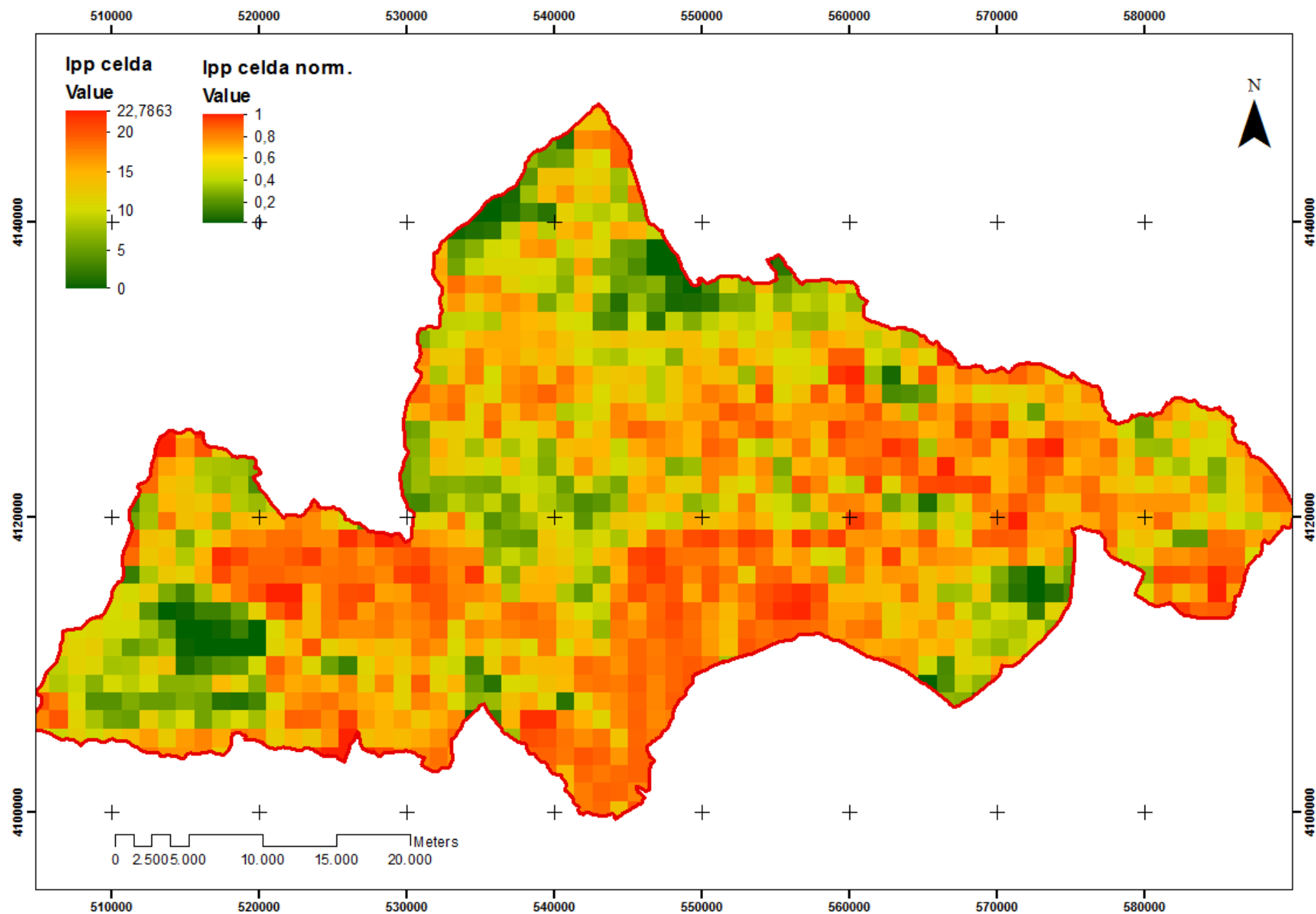
Valor de la Causalidad

El valor de la causalidad (Tabla 3) muestra cómo en la zona de estudio es la mano del hombre la que se encuentra detrás de la inmensa mayoría de los Incendios Forestales acontecidos, siendo mínimas las causas naturales salvo años excepcionales. Dentro de esto, es necesario indicar cómo las negligencias constituyen el grueso de los casos, seguidas por la intencionalidad.

Es también elevado el número de causas desconocidas, siendo esto preocupante pues arrojan una gran incertidumbre que no permite tomar con decisión una ruta segura hacia la disminución del número de siniestros.

Tabla 3: cálculo del valor de la causalidad de Incendios Forestales en la zona de estudio para el periodo 2010 - 2015. Fuente: elaboración propia.

	C	Año					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
ACCIDENTALES	1	3	1	2	0	1	1
DESCONOCIDO	5	20	15	20	20	5	5
INTENCIONADOS	10	60	60	90	20	250	20
NATURALES	1	0	4	3	10	2	7
NEGLIGENCIAS	5	45	45	50	65	80	40
5,41		5,82	5,43	5,89	3,97	7,51	3,84
VALOR DE LA CAUSALIDAD							



La integración de los tres subíndices que conforman el Índice de Peligro Potencial (Figura 13; Figura 14) da lugar a una cartografía a escala de píxel que muestra como las zonas arboladas son las de menor peligro potencial, debido a la moderada facilidad de ignición y a las bajas velocidades de propagación y desprendimiento de energía esperadas, factor que cambiaría de tratarse de masas de pinares susceptibles de sufrir incendios de copa. Dentro de la zona de estudio predominan, sin embargo, las superficies desarboladas, frecuentemente de matorral, aunque también existe presencia de pasto; esto supone un mayor valor del Índice de Peligro Potencial. De cara a hacer este índice comparable a otros de distinta índole, se ha procedido a su normalización.

Subíndice de Ignición

El Subíndice de Ignición alcanza valores mayores en la vertiente sur, debido a la combinación de las estructuras vegetales presentes y a la exposición, que reduce la humedad de los combustibles. Es considerable la reducción que de este subíndice se produce en las zonas sombreadas por efecto del arbolado, cuando además la cubierta más superficial es pobre en especies.

De cara al peso de la probabilidad de ignición (Anejo VI - Figura 43) se pueden distinguir en la zona de estudio tres tipos de territorios:

- Zonas arboladas: estas zonas, con un peso de valor 7, se corresponden a las zonas montañosas con mayores cotas, situadas tanto en la propia Sierra de Los Filabres como en la zona de Sierra Nevada perteneciente a los términos municipales del suroeste de la zona de estudio.
- Zonas de monte no arbolado: con unos pesos de valores de 9 y 10, estas zonas son las más extendidas y donde la influencia humana es mayor en el monte. Las diferencias de valor en el peso se deben, fundamentalmente, a variaciones en la orientación y la pendiente que provocan cambios en la humedad de los combustibles finos muertos.
- Zonas no combustibles: se concentran en las zonas con mayor densidad poblacional, generalmente en los valles. Se constituyen principalmente por zonas agrícolas de arbolado en secano (*Olea europaea*, *Prunus dulcis*, etcétera).

El Coeficiente de Ignición (Anejo VI - Figura 44) se ha determinado a partir de una reclasificación de los mapas de modelos de combustible del sistema Behave, por lo tanto, su distribución espacial coincide con estos. Sus valores son mayores cuanto mayor sea la carga de combustibles finos muertos, dentro de un rango que permita la transmisión efectiva del calor; es por ello por lo que las zonas de pasto se han considerado como las más susceptibles a la ignición, y como menos susceptibles a aquellos entornos con combustibles predominantemente gruesos o con baja carga establecida directamente sobre la superficie.

De cara a la inflamabilidad (Anejo VI - Figura 45) del conjunto de especies presentes, los mínimos se han asignado a aquellas zonas consideradas como incombustibles, mientras que los valores máximos se encuentran en aquellas zonas de monte con influencia humana y cercanas a las zonas arboladas. Las zonas arboladas presentan un valor medio-bajo.

Subíndice de Comportamiento Dinámico

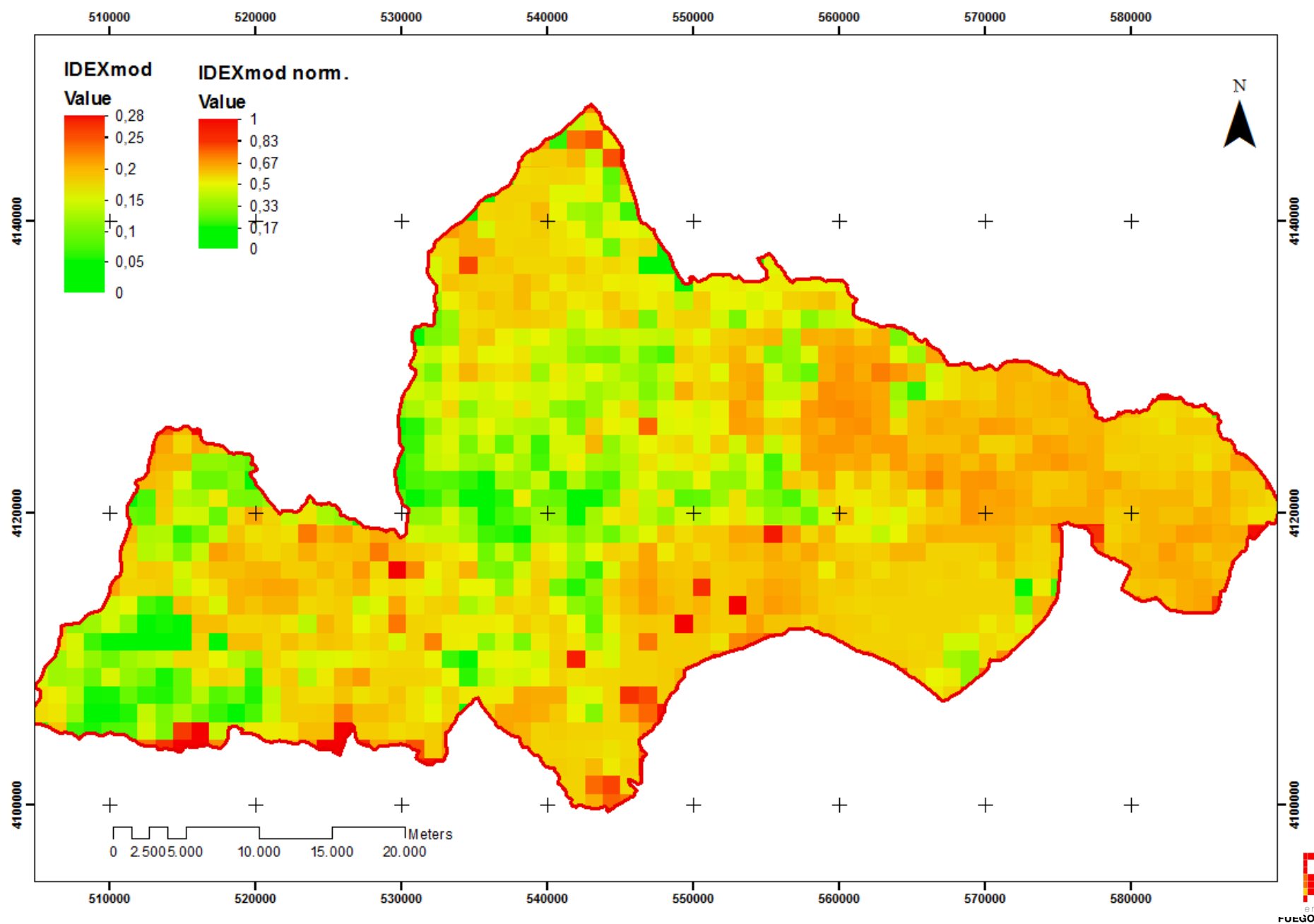
El Subíndice de Comportamiento Dinámico (Anejo VI - Figura 46) se ve potenciado por la presencia de pendientes y la menor rugosidad del terreno, esto es, mayor coeficiente de rozamiento. Por estos motivos, es en las zonas desarboladas de las faldas del sistema montañoso donde estos valores son

más elevados, presentándose los valores mínimos en aquellas zonas arboladas con una menor pendiente.

Subíndice de Comportamiento Energético

El Subíndice de Comportamiento Energético (Anejo VI - Figura 47) se determina a partir de la longitud de la llama y del calor por unidad de área; es por ello que los mayores valores de este índice se esperan para aquellas zonas donde las cargas de combustible superficial sean mayores y además se espere una gran intensidad lineal. Los menores valores, sin embargo, se encontrarán presentes en aquellos escenarios con escasa carga y bajas velocidades de propagación o bajos coeficientes de rozamiento, como pueden ser las zonas arboladas.

Índice de Dificultad de Extinción



Tal como se aprecia en la Figura 15, el IDEX es moderadamente alto en la mayor parte de la zona de estudio, tomando valores elevados en zonas puntuales; los valores más bajos se encuentran presentes en las zonas que combinan pendientes de moderadas a suaves con un modelo de combustible arbolado, que da lugar a una baja carga superficial y a altos grados de sombreado.

Subíndice de Penetrabilidad

El Subíndice de Penetrabilidad (Anejo VI - Figura 48; Figura 49) presenta una notable diversidad espacial, no obstante, se aprecia una clara tendencia al aumento de los valores en aquellas zonas arboladas de la Sierra de Los Filabres y Sierra Nevada de la zona de estudio, que se ve agravada en la solana debido a la exposición (Anejo V - Figura 52) y, sobre todo, debido a la pendiente (Anejo V - Figura 23). El peso debido a los distintos modelos de combustible puede ser consultado en la Tabla 21 (Anejo IV); en cuanto a la dureza del suelo (sh_i) y la densidad de sendas útiles (pt_i), se han valorado con un valor intermedio debido a la falta de datos.

Subíndice de Movilidad

El Subíndice de Movilidad (Anejo VI - Figura 53) depende de la densidad de IPD contra Incendios Forestales y de sus características (Anejo VI - Figura 54). Este tipo de infraestructuras se encuentran concentradas en aquellas zonas de Sierra de Los Filabres que presentan masas arbóreas, aunque se pueden encontrar en pequeñas densidades en zonas de matorral. También se aprecian infraestructuras en Sierra Nevada. El resto de zonas presentan valores nulos. Del análisis de la se deduce que la mayor parte de la zona de estudio se encuentra desprotegida en cuanto a IPD se refiere, pero que las zonas protegidas tienden a estarlo con una gran densidad de IPD (valor 10).

Subíndice de Accesibilidad

El Subíndice de Accesibilidad (Anejo VI - Figura 55) es función de la densidad ponderada de vías de comunicación (Anejo VI - Figura 56). Dada la alta densidad de viales presentes por toda la zona de estudio, éste índice adopta sus valores máximos en la mayor parte del territorio, siendo pocas las celdas donde ostenta menores valores.

Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa

El Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa (Anejo VI - Figura 57; Figura 58) se ve afectado tanto por un factor corrector debido a la pendiente (Anejo V - Figura 59) como por las características intrínsecas de los modelos de combustible. El trabajo de los combatientes (manual y mediante maquinaria) se ve dificultado por la presencia de elementos gruesos y desagilizado por la existencia de obstáculos como son los fustes de los árboles en pie.

Subíndice de Medios Aéreos

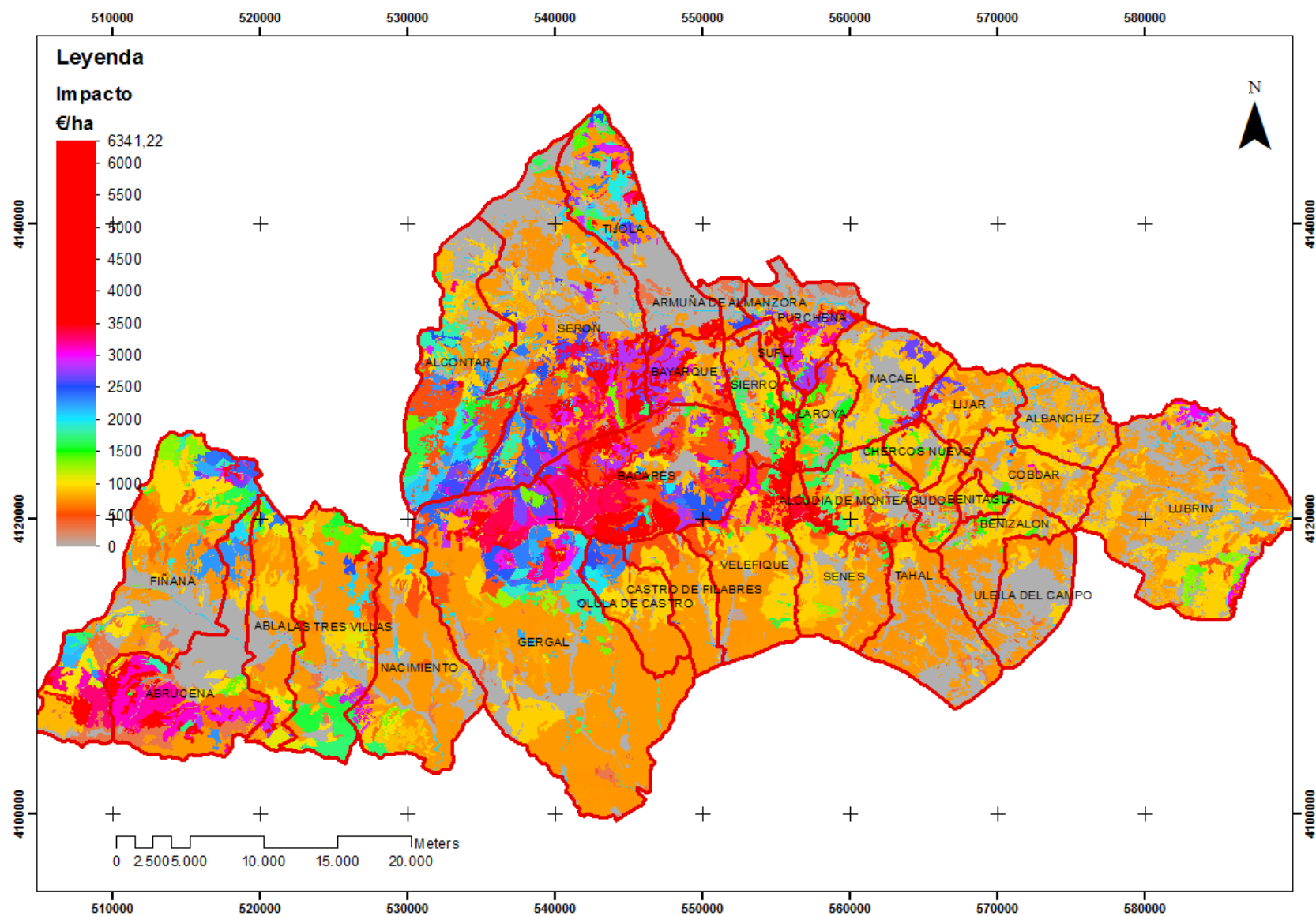
El Subíndice de Medios Aéreos (Anejo VI - Figura 60) surge de una integración para los distintos tipos de medios aéreos que pueden actuar, estando las características para valorar a estos medios, ponderadas en relación a las potencialidades del propio medio.

Los puntos considerados válidos para la recarga de los helicópteros son todas aquellas superficies de agua de anchura y profundidad suficientes como para la recarga de un helibalde; debido a la alta densidad de acumulaciones de agua que cumplen en la zona con estas características, el valor de este factor del índice es siempre máximo en la zona de estudio.

Para los aviones anfibios (Anejo VI - Figura 61) se han considerado válidos como puntos de recarga de agua tanto el Mar Mediterráneo como el embalse del Negatín, considerando la recarga en uno u otro punto en función de la distancia.

En el caso de los aviones de carga en tierra (Anejo VI - Figura 62), se han considerado como válidas las distintas pistas habilitadas por INFOCA para tales fines, además de las pistas de los aeropuertos; dada la cercanía a la pista de Gérgal, es esta la que determina el valor del índice para la zona de estudio.

Valoración económica



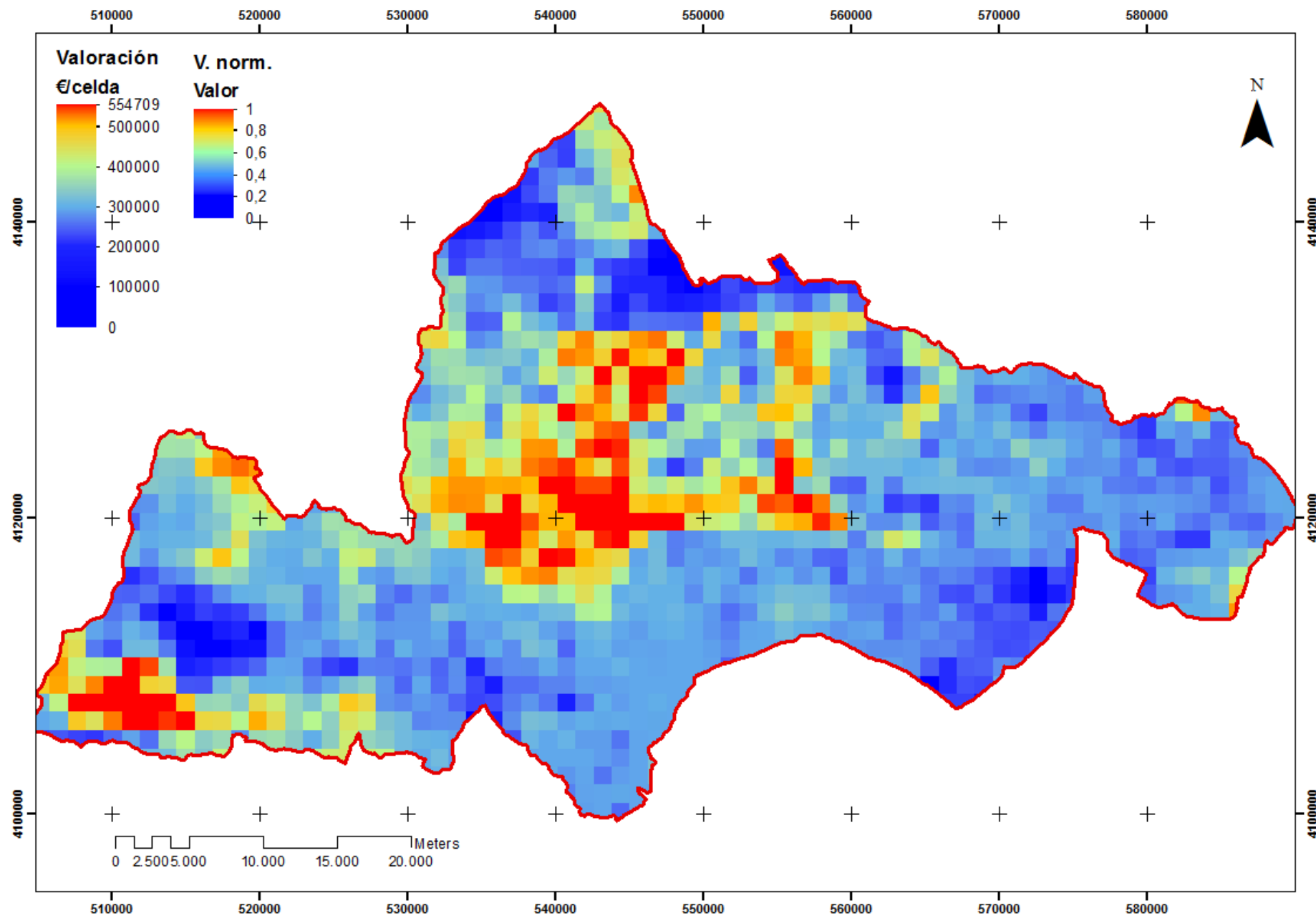


Figura 17. Valoración del impacto económico del paso de un frente de llamas en €/celda⁻¹ para la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

La valoración económica del impacto de un frente de llamas sobre la zona de estudio (Figura 16; Figura 17) arroja un mayor impacto económico sobre las zonas más elevadas, debido a la concentración en estas áreas de recursos de alto valor y calidad como son el maderero, el de biomasa, el cinegético o el paisajístico, a pesar de ser las zonas con una menor depreciación por la menor potencialidad del frente de llamas.

Ratio de Depreciación

El Ratio de Depreciación (Figura 18) asignado por el paso del frente de llamas sobre los recursos es mayor en aquellas zonas en las que se espera una alta intensidad lineal del frente de llamas, por tanto, altas velocidades de propagación con altas cargas. Las zonas arboladas no presentan una gran depreciación debido a que se tratan principalmente de modelos de hojarasca bajo arbolado; esto cambiaría en caso de producirse una propagación por copas.

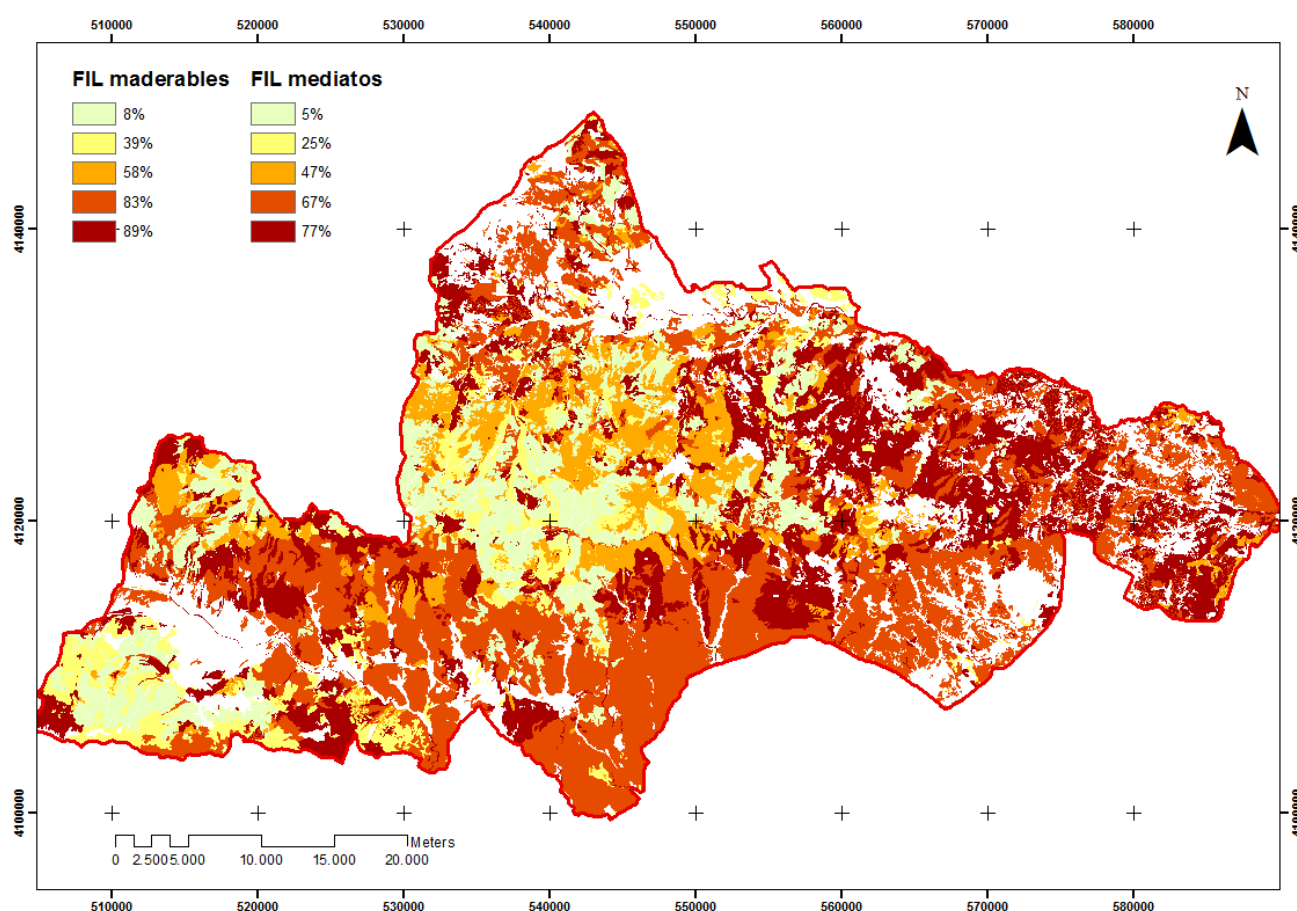


Figura 18. Ratio de depreciación (FIL) para recursos maderables y mediatos en la zona de estudio y en condiciones meteorológicas de diseño. Fuente: elaboración propia.

Recurso maderero

Una vez analizadas las características de los distintos tipos de masa presentes en la zona de estudio (Anejo IV - Tabla 29) a partir de los distintos puntos del IFN3 se calculó el impacto sobre el valor económico del recurso maderero en la zona de estudio (Anejo VI - Figura 63). Se puede observar cómo las masas de mayor valor son las presentes en las zonas más altas y se corresponden con coníferas, siendo las frondosas relícticas en la zona de estudio y sin un aprovechamiento real maderero. Existen también, dispersas a lo largo de la zona de estudio, masas de menor extensión.

Recurso leñas

El recurso leñas (Anejo VI - Figura 64; Figura 65) es minoritario en la zona de estudio, pues atañe únicamente a las zonas ocupadas por frondosas, en su mayoría del género *Quercus*. Estas masas se encuentran dispersas a lo largo de la zona de estudio.

Recurso biomasa

La distribución espacial del recurso biomasa (Anejo VI - Figura 66) coincide con la distribución espacial del recurso maderero, pues proviene de las masas forestales, exceptuando aquellas masas aprovechables para leñas (Anejo VI - Figura 64). Su valor oscila en gran medida a lo largo de la zona estudiada, con impactos económicos que van desde los 14 a los casi 130 € por hectárea.

Recurso cinegético

Caza mayor

El impacto económico sobre la caza mayor (Anejo VI - Figura 67) es bajo a moderado en la inmensa parte del territorio estudiado, presentando valores altos tan solo en zonas muy concretas. Es necesario tener en cuenta, además, que este recurso no es aprovechable en la mayor parte del territorio, concediéndose las licencias mayormente en las cotas medias y altas de la Sierra de Los Filabres, donde, por la naturaleza del frente de llamas, el impacto es de menor envergadura.

Caza menor

El impacto económico sobre la caza menor (Anejo VI - Figura 68) es de moderado a alto en la mayor parte del territorio, concentrándose los valores bajos en las zonas más altas, precisamente donde su aprovechamiento es menor; este recurso se verá, por tanto, más fuertemente afectado que la caza mayor ante la ocurrencia de un incendio para la zona de estudio; aun así, es esperable una recuperación más rápida.

Recurso pascícola

Este es un recurso minoritario en la zona de estudio (Anejo VI - Figura 69), con una muy pobre distribución espacial y unos impactos por lo general bajos, dada la recuperabilidad natural del recurso.

Recurso de fijación de CO₂

El recurso de fijación de Dióxido de Carbono (Anejo VI - Figura 70), para el cual existe un mercado bien definido, sufre impactos en la práctica totalidad de la zona de estudio, debido a la presencia de cubierta vegetal; son, eso sí, las características de la masa las que determinan el grado del impacto, siendo de bajo a moderado en la mayor parte del territorio y presentándose los menores impactos en las zonas más altas debido a la baja carga de combustible superficial, hecho que cambiaría en caso de presentarse una propagación por copas.

Valor de uso

Recurso paisajístico

El impacto sobre el recurso paisajístico (Anejo VI - Figura 71) presenta unos impactos moderados a lo largo de la zona de estudio, presentando gran constancia en su distribución espacial, a excepción de zonas concretas con impactos muy elevados.

Integración de los Índices

El panel de expertos estuvo conformado por el director y el subdirector del Servicio de Extinción de Incendios de la provincia de Almería y por Técnicos de Operaciones (TOP) del Centro de Defensa Forestal (CEDEFO) de Serón, al cual corresponde la defensa del área de estudio; dicho equipo humano asegura un correcto conocimiento de la realidad de los incendios forestales en la zona de estudio, además de facilitar la aplicabilidad del presente trabajo. Los pesos asignados a cada índice pueden consultarse en la Tabla 4. El mapa de importancia puede consultarse en la Figura 19.

Debido a la distribución de los pesos, los índices más influyentes son los que se corresponden al comportamiento potencial del frente de llamas (34,48%) y al impacto económico del frente de llamas sobre los recursos (31,03%). Los sigue el riesgo potencial (24,14%). Esta distribución de pesos tiende a una homogeneización del mapa de importancia, pues el peligro potencial es mayor en las zonas alejadas de la cumbre debido a las mayores pendientes y, fundamentalmente, a los modelos de combustible presentes, mientras que es en las zonas cacuminales donde se encuentra el grueso de los recursos. Los valores más bajos se pueden encontrar en aquellas zonas donde, por la naturaleza del uso del suelo, no se espera un impacto importante sobre los recursos.

Tabla 4: pesos asignados por el panel de expertos a los distintos índices elaborados en el presente trabajo.

Índice	Peso	Peso ponderado
I_{pp}	10	34,48%
$IDEX_{mod}$	3	10,34%
I_{rp}	7	24,14%
Valoración	9	31,03%
	29	100%

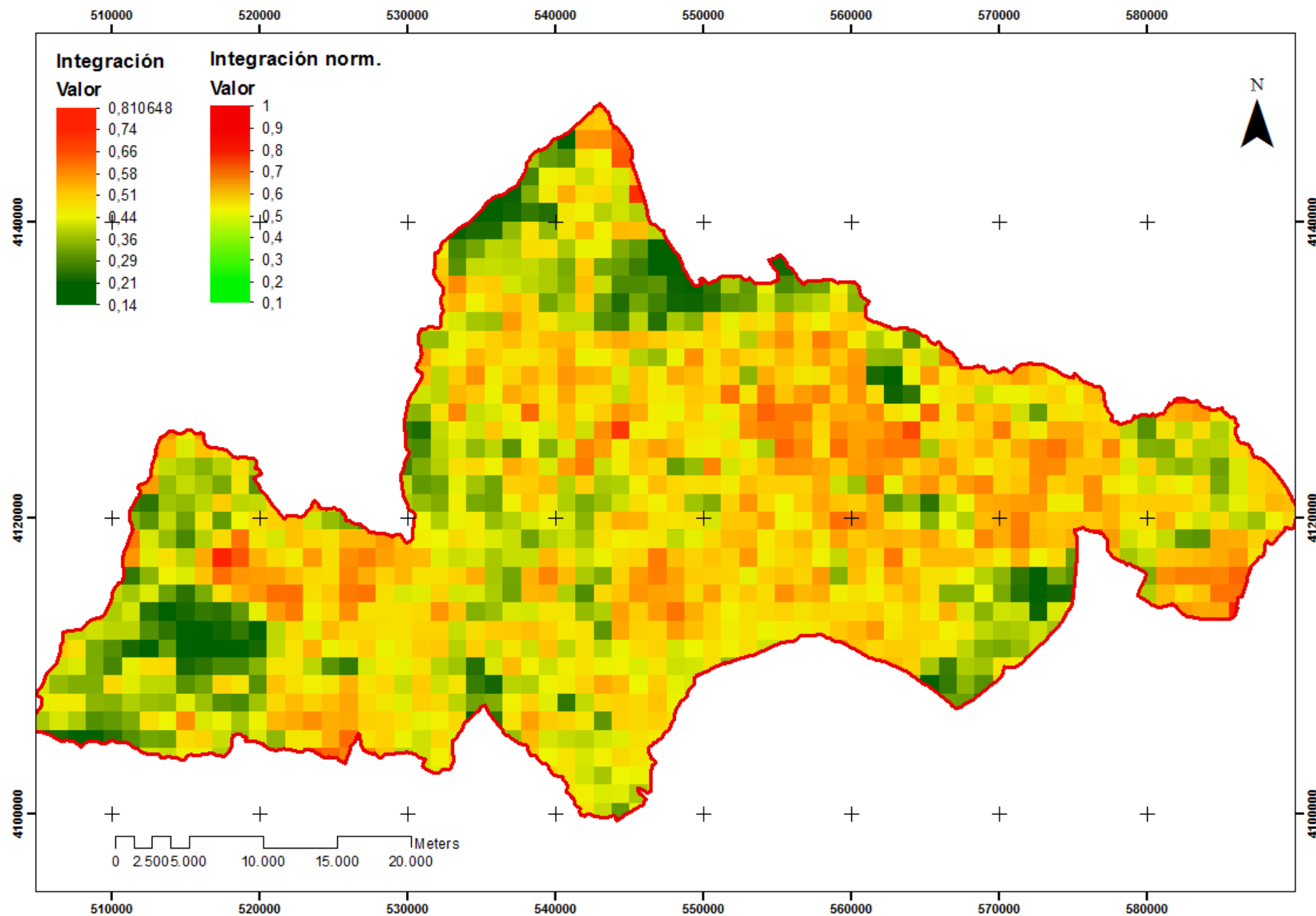


Figura 19. Valor de la importancia del territorio frente a Incendios Forestales a escala de celda. Fuente: elaboración propia.

Puntos Estratégicos de Gestión y Tramos Dinámicos

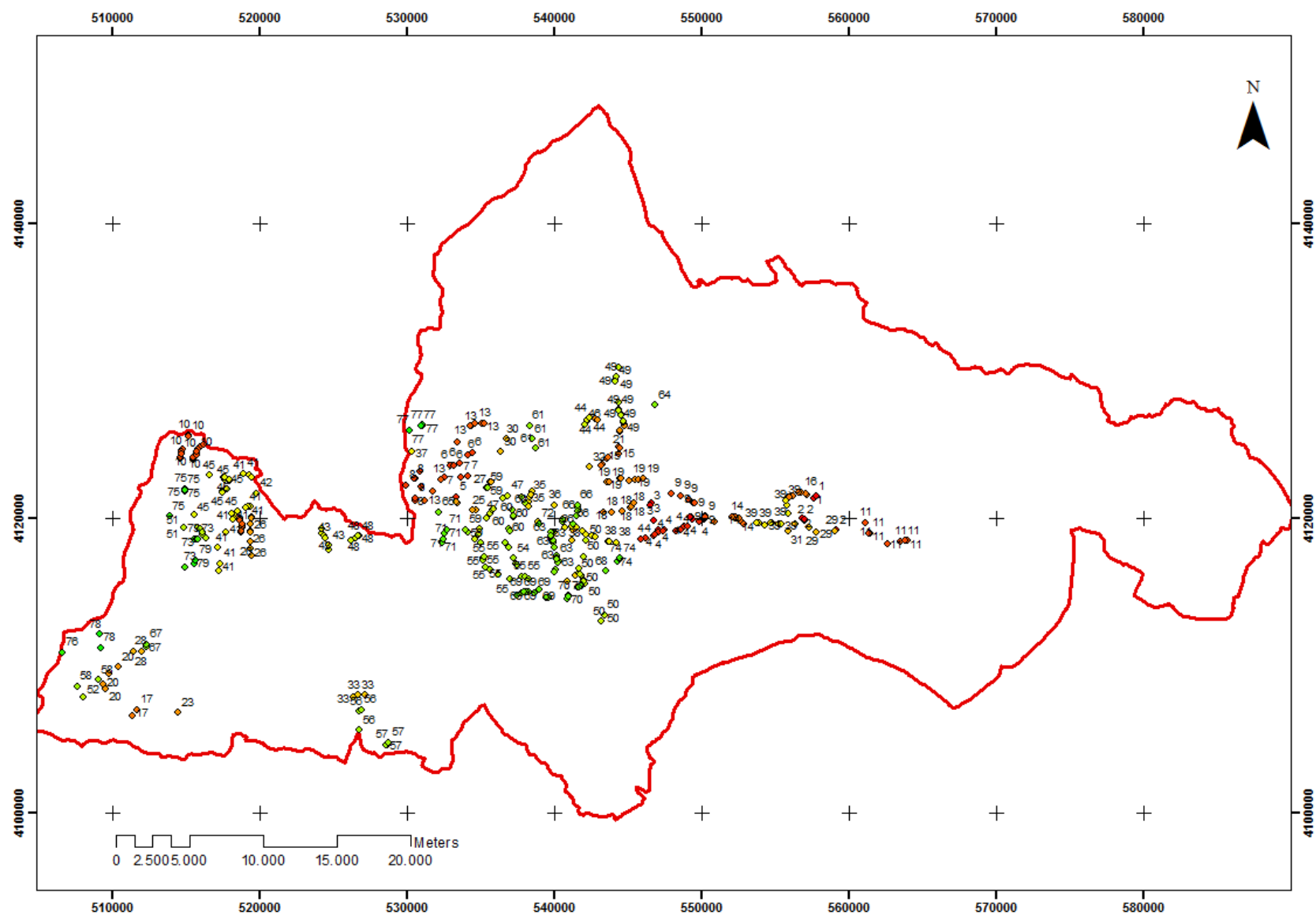


Figura 20. PEG ordenados por prioridad. Rojo > prioridad > Verde. Fuente: elaboración propia.

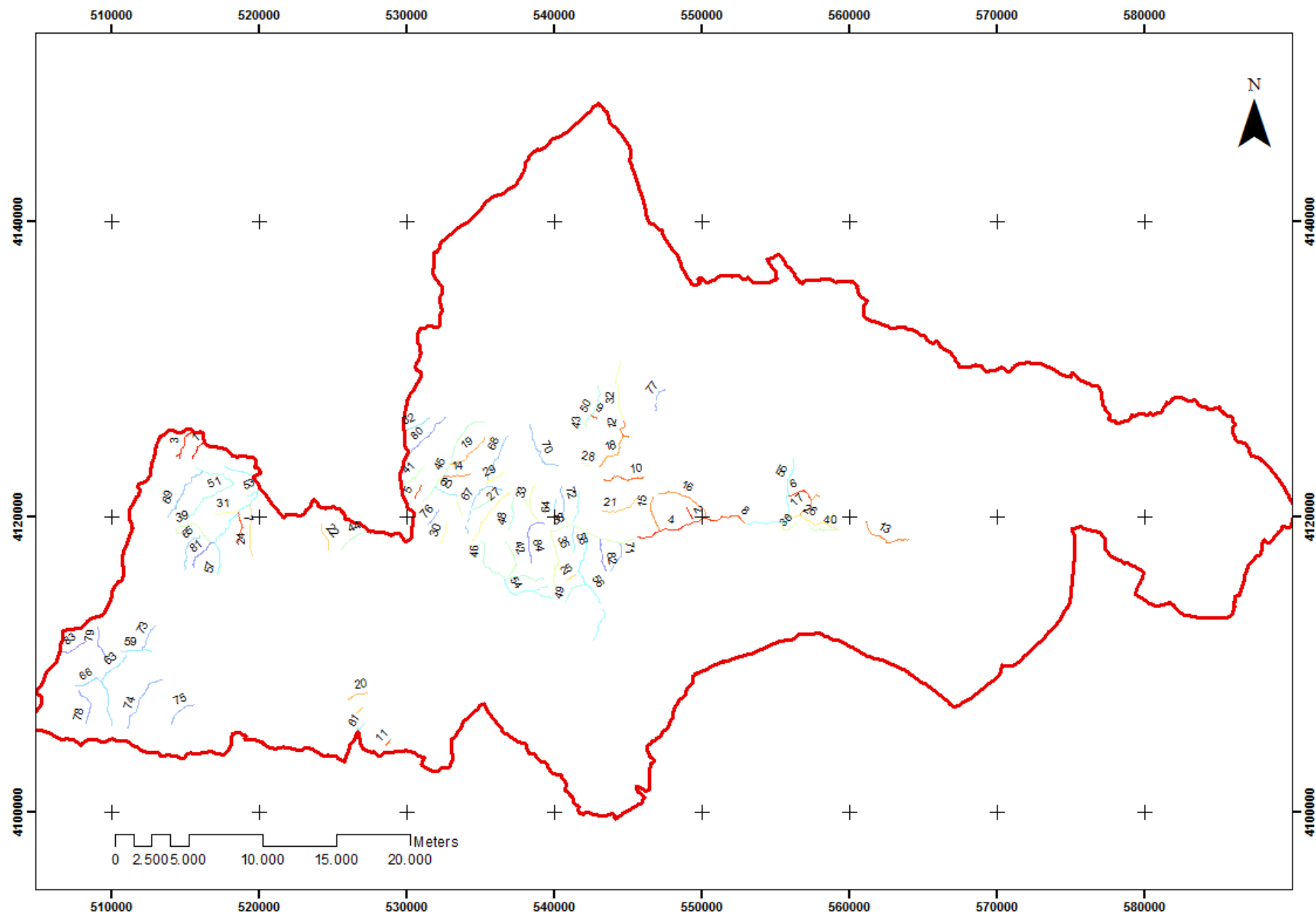


Figura 21. Tramos Dinámicos ordenados por prioridad. Rojo > prioridad > Azul. Fuente: elaboración propia.

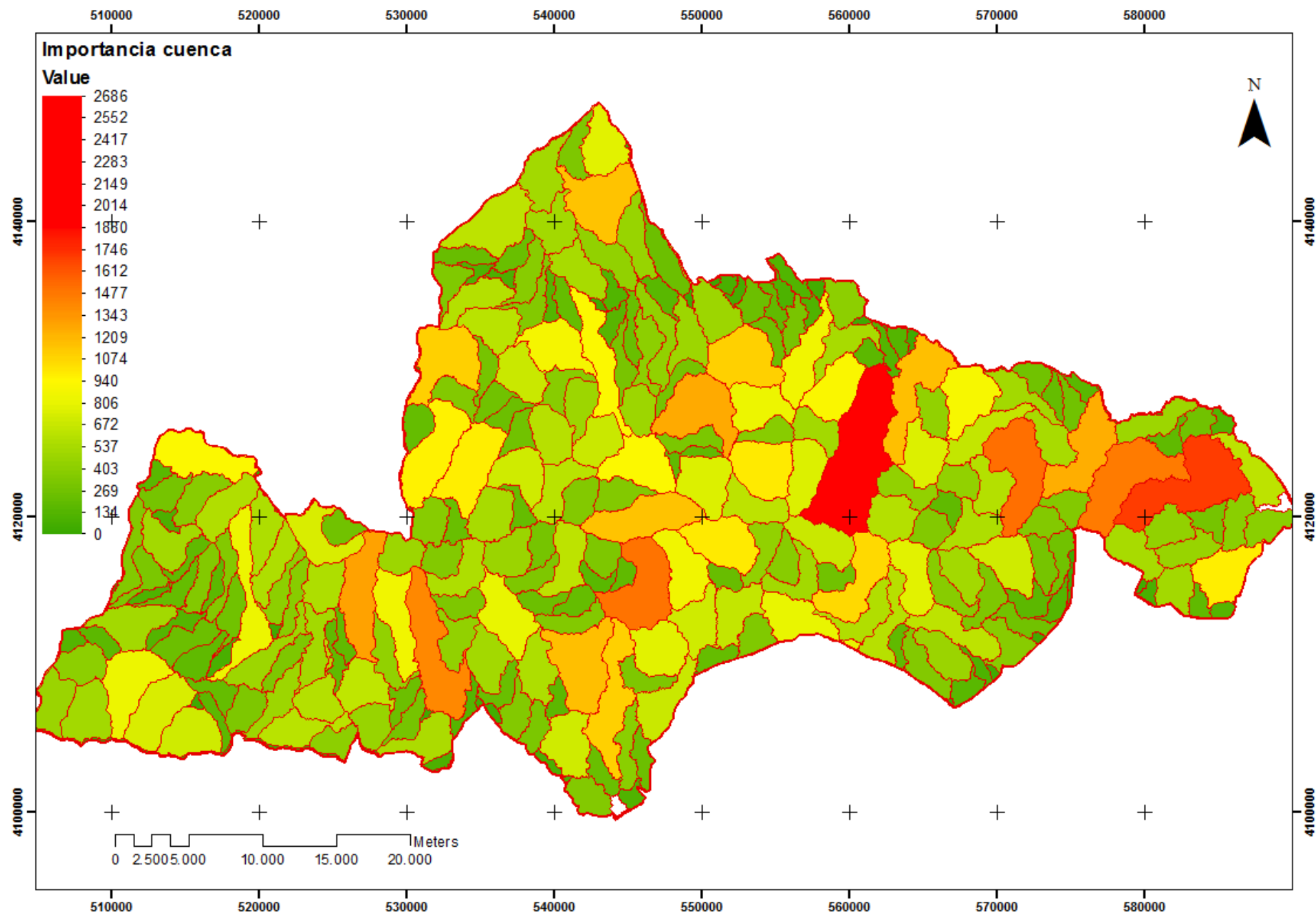


Figura 22. Valor de importancia frente a Incendios Forestales de las cuencas, ponderadas por su extensión. Fuente: elaboración propia.

Las cuencas hidrográficas utilizadas en la priorización, así como la importancia de estas, pueden consultarse en la Figura 72 (Anejo VI). La ponderación final de las cuencas por importancia puede consultarse en la Figura 22.

El nivel de priorización y la localización de los PEG puede consultarse en la Tabla 5 y en la Figura 20, asociados a su nivel de importancia. Dada la extensa red de IPD presente en la zona de estudio y de sendas principales del fuego simuladas, se obtuvieron 435 PEG, una cifra demasiado elevada como para el tratamiento de todos ellos, razón por la cual se justifica la priorización de unos PEG frente a otros. Se establecen 79 niveles de priorización, uno para cada valor de importancia; al existir una gran densidad de PEG a lo largo de las IPD, y dado que las IPD se encuentran en su mayoría en divisorias, el valor de importancia asociado a los distintos PEG tiende a presentar una agrupación espacial que hace pensar en el tratamiento, no de puntos, sino de tramos. Esto hace posible compatibilizar esta metodología con el sistema de Tramos Dinámicos que se está implantando en diversas provincias.

A pesar de que la importancia asociada a los PEG es un reflejo claro de la importancia del área que estos protegen, pues es función tanto de la extensión de esta como de su valor, obtenido como integración de los distintos índices desarrollados a lo largo del presente trabajo, la actuación exclusivamente por puntos no garantiza el éxito de los tratamientos preventivos o de extinción de un Incendio Forestal. Es por ello que se ha abordado el tratamiento de las IPD en su conjunto a partir de los Tramos Dinámicos.

Mediante la concepción de Tramos Dinámicos, es posible predecir tanto el coste de las actuaciones preventivas como la efectividad esperada durante la extinción. La inclusión de los PEG como un atributo de los Tramos Dinámicos permite, al igual que se hizo anteriormente con estos, realizar una priorización de los distintos tramos en base a la cantidad de impactos potenciales de frentes de llama y de la importancia de estos impactos sobre el entorno.

La priorización de estos Tramos Dinámicos puede consultarse tanto en la Tabla 6 como en la Figura 21. Como se puede observar, se han priorizado aquellos tramos que concentran la mayor importancia en su longitud, lo cual se debe a una gran concentración de PEG (lo que los convierte en IPD con alta probabilidad de uso), a una alta importancia de los PEG (por proteger zonas de elevada extensión y/o valor) o a una combinación de ambos motivos.

Tabla 5. Localización e información de los PEG ordenados por prioridad de actuación. Fuente: elaboración propia.

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10056LC03	Cerro Nacimiento	Parcelas de Vele	557565	4121336	1939	1
10056LC03	Cerro Nacimiento	Parcelas de Vele	557743	4121436	1939	1
10056LC04	Collado de la Ma	Parcelas de Vele	556952	4119832	1705	2
10056LC04	Collado de la Ma	Parcelas de Vele	556778	4119973	1705	2
10056LC04	Collado de la Ma	Parcelas de Vele	556941	4119852	1705	2
10056LC04	Collado de la Ma	Parcelas de Vele	559099	4119135	1705	2
10021LC06	Loma de Meneses	Cortijo del Cond	547011	4119202	1132	3
10021LC06	Loma de Meneses	Cortijo del Cond	546748	4119780	1132	3
10021LC11	Prado Alto	Cortijo del Cond	549336	4119856	1132	3
10021LC11	Prado Alto	Cortijo del Cond	549235	4120006	1132	3
10021LC06	Loma de Meneses	Cortijo del Cond	546530	4120970	1132	3
10021LC06	Loma de Meneses	Cortijo del Cond	546479	4120823	1132	3
10021LC11	Prado Alto	Cortijo del Cond	549185	4120069	1132	3
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	546165	4118592	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	546879	4118932	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	547425	4119161	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	548512	4119199	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	548240	4119079	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	548744	4119373	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	549900	4119819	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	550114	4119917	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	548711	4119356	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	548505	4119194	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	546675	4118789	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	550146	4119913	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	547051	4118995	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	547317	4119124	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	550131	4119915	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	549883	4119798	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	546765	4118868	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	549785	4119698	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	549002	4119446	1058	4
10021LC13	Cumbre de Filabr	Cortijo del Cond	545856	4118542	1058	4
10046LC12	Los Rollillos	Parcelas del Luc	533302	4121430	958	5
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	532900	4123554	957	6
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	532907	4123552	957	6
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	533517	4123685	957	6
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	534105	4124248	957	6
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	534372	4124406	957	6
10046LC06	Solana de los Ma	Parcelas del Luc	533096	4123526	957	6
10046LC10	Prado Cajas	Parcelas del Luc	532474	4122737	954	7
10046LC10	Prado Cajas	Parcelas del Luc	533591	4122750	954	7
10046LC10	Prado Cajas	Parcelas del Luc	532483	4122733	954	7
10046LC10	Prado Cajas	Parcelas del Luc	534105	4122837	954	7
10046LC09	Loma Aguilar-El	Parcelas del Luc	530507	4122671	937	8

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10046LC09	Loma Aguilar-El	Parcelas del Luc	530835	4123127	937	8
10046LC13	Medianega	Parcelas del Luc	530496	4121152	937	8
10046LC13	Medianega	Parcelas del Luc	530933	4122099	937	8
10046LC09	Loma Aguilar-El	Parcelas del Luc	530457	4122627	937	8
10046LC09	Loma Aguilar-El	Parcelas del Luc	529906	4122189	937	8
10046LC13	Medianega	Parcelas del Luc	530944	4122118	937	8
10046LC13	Medianega	Parcelas del Luc	530501	4121324	937	8
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	550211	4120112	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	549440	4120966	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	547905	4121658	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	548556	4121465	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	550213	4119985	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	549498	4120958	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	550214	4120037	917	9
10021LC05	Alto del Cerrón	Cortijo del Cond	549075	4121266	917	9
10065LC01	Calvache	El Prado	514561	4124033	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514557	4124047	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515393	4123920	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514562	4124029	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515410	4124029	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514556	4124059	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515433	4124059	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514613	4124569	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515861	4124799	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515894	4124821	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515732	4124626	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	515131	4125591	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	515095	4125559	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515655	4124377	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515641	4124329	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515736	4124652	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514688	4124629	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514595	4124449	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515618	4124284	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	516098	4124992	897	10
10065LC02	Lechera	El Prado	515693	4124477	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514599	4124505	897	10
10065LC01	Calvache	El Prado	514595	4124329	897	10
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	561388	4118913	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	561115	4119672	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	562587	4118192	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	563513	4118377	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	563947	4118421	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	563765	4118419	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	561401	4118900	851	11

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	561074	4119659	851	11
10056LC05	Collado García	Parcelas de Vele	561360	4118942	851	11
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518647	4119007	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518763	4119360	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518566	4119938	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518622	4119771	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518740	4119419	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518681	4119069	819	12
10065LC09	Las Olivillas	El Prado	518716	4119529	819	12
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	531176	4121143	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	531684	4121799	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	533359	4125096	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	535022	4126388	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	534293	4126271	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	535157	4126364	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	532266	4122579	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	534207	4126207	783	13
10046LC03	La Baíca	Parcelas del Luc	534555	4126399	783	13
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	550867	4119721	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552605	4119823	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552707	4119690	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552225	4120068	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552239	4120064	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552856	4119564	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552492	4119937	781	14
10056LC08	Cumbre de Filabr	Parcelas de Vele	552072	4120052	781	14
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	543210	4123587	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	543541	4124043	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	543590	4124056	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	544306	4124329	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	544353	4124834	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	544382	4124697	761	15
30032LC01	Collado Ramal-Ca	Las Lomas	543156	4123514	761	15
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	556132	4121469	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	557117	4121558	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	555854	4121414	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	555867	4121407	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	557061	4121607	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	555845	4121419	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	556726	4121739	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	556525	4121689	758	16
10056LC02	Collado de Yuste	Parcelas de Vele	555910	4121400	758	16
30020FC01	Cuerda Limones	Sierra Nevada	511277	4106545	756	17
30020FC01	Cuerda Limones	Sierra Nevada	511632	4106954	756	17
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	543885	4120344	754	18

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	543313	4120391	754	18
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	545118	4120682	754	18
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	545179	4120749	754	18
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	544555	4120457	754	18
10021LC07	Alto de la Cueva	Cortijo del Cond	545355	4121026	754	18
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	544426	4122665	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	545069	4122480	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	545655	4122615	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	544455	4122653	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	545405	4122569	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	545685	4122604	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	546015	4122627	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	543520	4122414	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	543525	4122412	753	19
10021LC01	Loma del Aire	Cortijo del Cond	543668	4122410	753	19
10015FC05	Cerro de la Cruz	El Rosal	509466	4108343	744	20
10015FC05	Cerro de la Cruz	El Rosal	509304	4108689	744	20
10015FC05	Cerro de la Cruz	El Rosal	509658	4109415	744	20
10015FC05	Cerro de la Cruz	El Rosal	510364	4109859	744	20
30132LC01	Pozo de la Nieve	Los Calares	544422	4125864	741	21
30132LC01	Pozo de la Nieve	Los Calares	544713	4126292	741	21
30132LC01	Pozo de la Nieve	Los Calares	544724	4126261	741	21
30132LC01	Pozo de la Nieve	Los Calares	544663	4126459	741	21
30132LC01	Pozo de la Nieve	Los Calares	544401	4125945	741	21
10043LC02	Saltador alto	Lomillas de Serón	542712	4126735	738	22
10043LC02	Saltador alto	Lomillas de Serón	542884	4126639	738	22
30020FC02	La Roza	Sierra Nevada	514415	4106737	695	23
10046LC15	Loma de Joraique	Parcelas del Luc	533352	4120975	690	24
10046LC15	Loma de Joraique	Parcelas del Luc	533325	4121059	690	24
10030LC06	Las Casillas	Arroyo Berruga y	534648	4120559	688	25
10030LC06	Las Casillas	Arroyo Berruga y	534369	4120490	688	25
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519416	4117460	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519338	4117924	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519294	4119104	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519400	4120012	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519401	4119982	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519299	4118379	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519296	4119017	683	26
10065LC07	La Cuevecilla	El Prado	519345	4119541	683	26
10030LC01	Cocón de Joraiqu	Arroyo Berruga y	535575	4122413	668	27
10030LC01	Cocón de Joraiqu	Arroyo Berruga y	535582	4122413	668	27
10030LC01	Cocón de Joraiqu	Arroyo Berruga y	535634	4122421	668	27
10015FC09	Collado Aldeire	El Rosal	511955	4110906	664	28
10015FC09	Collado Aldeire	El Rosal	511355	4110908	664	28
10056LC07	Piedra de Calist	Parcelas de Vele	557244	4119362	664	29

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10056LC07	Piedra de Calist	Parcelas de Vele	557753	4119044	664	29
10056LC07	Piedra de Calist	Parcelas de Vele	557754	4119044	664	29
10056LC07	Piedra de Calist	Parcelas de Vele	559005	4119084	664	29
10046LC05	Loma del Luco	Parcelas del Luc	536306	4124507	644	30
10046LC05	Loma del Luco	Parcelas del Luc	536685	4125349	644	30
10056LC06	Majada del Candi	Parcelas de Vele	555322	4119549	636	31
10056LC06	Majada del Candi	Parcelas de Vele	556304	4119527	636	31
10056LC06	Majada del Candi	Parcelas de Vele	555825	4119103	636	31
30032LC02	Cueva del Collad	Las Lomas	542384	4123419	631	32
10146FC01	Loma Misa	Montenegro	526311	4107826	625	33
10146FC01	Loma Misa	Montenegro	526588	4107943	625	33
10146FC01	Loma Misa	Montenegro	527058	4107993	625	33
10146FC01	Loma Misa	Montenegro	526631	4107950	625	33
10047LC10	La Fuenseca	El Chortal	540847	4115692	598	34
10047LC03	La Mina	El Chortal	541179	4118491	598	34
10047LC03	La Mina	El Chortal	541255	4119164	598	34
10047LC10	La Fuenseca	El Chortal	541375	4116040	598	34
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538857	4119686	597	35
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538253	4121103	597	35
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538328	4121425	597	35
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538450	4121799	597	35
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538239	4120785	597	35
10021LC02	La Borrega	Cortijo del Cond	538352	4121537	597	35
10021LC08	Calar alto	Cortijo del Cond	539979	4120869	590	36
10046LC02	Collado Hondo	Parcelas del Luc	530271	4124473	582	37
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	543585	4118391	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	543675	4118384	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	544141	4118287	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	542137	4118821	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	542480	4118804	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	542745	4118658	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	539938	4119029	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	540694	4119307	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	541447	4119332	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	541852	4119051	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	539829	4119015	576	38
10047LC02	Cumbre de Filabr	El Chortal	541122	4119394	576	38
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	554714	4119668	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	555216	4119570	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	555385	4119549	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	555844	4120315	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	555766	4120839	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	553840	4119608	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	554258	4119512	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	553669	4119630	570	39

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	555654	4121169	570	39
10056LC01	Collado de los S	Parcelas de Vele	554650	4119660	570	39
10065LC08	Cerro del Gallo	El Prado	518075	4120271	556	40
10065LC08	Cerro del Gallo	El Prado	518255	4120305	556	40
10065LC08	Cerro del Gallo	El Prado	518473	4120444	556	40
10065LC08	Cerro del Gallo	El Prado	518004	4120272	556	40
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	517159	4116376	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	517255	4116872	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	517076	4117941	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	517665	4119039	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	519274	4120796	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	519296	4120776	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	519178	4120778	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	519237	4122864	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	519412	4122778	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	518836	4123022	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	518996	4120670	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	518225	4119961	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	518195	4119946	556	41
10065LC04	Loma de las Mini	El Prado	518135	4119912	556	41
10065LC06	San Pedro	El Prado	519716	4121651	553	42
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524603	4117826	551	43
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524192	4118906	551	43
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524162	4119241	551	43
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524305	4118749	551	43
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524420	4118615	551	43
10126LC01	La Membrilla	Loma de Enmedio	524649	4118112	551	43
10043LC01	Los Cantaros	Lomillas de Serón	542149	4126586	551	44
10043LC01	Los Cantaros	Lomillas de Serón	542181	4126627	551	44
10043LC01	Los Cantaros	Lomillas de Serón	542343	4126759	551	44
10043LC01	Los Cantaros	Lomillas de Serón	542342	4126756	551	44
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517431	4121752	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517507	4121820	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517374	4121741	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517590	4122623	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517897	4122529	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	516510	4122877	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517447	4122724	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517549	4122717	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517871	4122550	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	515475	4120178	549	45
10065LC03	Collad del Rey	El Prado	517715	4121915	549	45
20159LC01	Los Cantaros	Minas de Batares	542061	4126345	544	46
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	534824	4118880	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	534909	4119269	514	47

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535345	4119940	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535580	4120300	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535782	4120546	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535808	4120571	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535805	4120569	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	536501	4121330	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	534555	4118549	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	535802	4120566	514	47
10030LC03	Piedra del Sombr	Arroyo Berruga y	536799	4121511	514	47
10126LC02	El Chaparral	Loma de Enmedio	526159	4118448	510	48
10126LC02	El Chaparral	Loma de Enmedio	526462	4118649	510	48
10126LC02	El Chaparral	Loma de Enmedio	526634	4118756	510	48
10126LC02	El Chaparral	Loma de Enmedio	526670	4118784	510	48
10126LC02	El Chaparral	Loma de Enmedio	526632	4118754	510	48
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544658	4126519	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544454	4127019	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544469	4126957	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544326	4127804	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544308	4127316	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544310	4127310	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544367	4130209	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544130	4129309	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544193	4129574	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544184	4129549	502	49
10016LC01	Pozo de la Nieve	La Rosariera	544123	4129288	502	49
10047LC07	La Merendera	El Chortal	543118	4112938	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	542040	4115490	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541912	4115766	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541662	4116205	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541784	4116058	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541932	4115646	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541688	4116175	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541625	4116539	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	541969	4117363	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	542128	4118479	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	543347	4113369	488	50
10047LC07	La Merendera	El Chortal	543347	4113374	488	50
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	516074	4118867	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	516278	4118614	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	514782	4119352	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	515765	4119297	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	515853	4119234	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	516085	4118838	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	516036	4118985	484	51
10065LC10	Collado Navarro	El Prado	514757	4119356	484	51

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10015FC03	El Rosal	El Rosal	507944	4107819	484	52
10030LC04	Cerro del Morrón	Arroyo Berruga y	537769	4121355	465	53
10030LC04	Cerro del Morrón	Arroyo Berruga y	537998	4120994	465	53
10047LC05	El Chortal	El Chortal	537362	4116857	459	54
10047LC05	El Chortal	El Chortal	536881	4117959	459	54
10047LC05	El Chortal	El Chortal	536609	4118295	459	54
10047LC05	El Chortal	El Chortal	537396	4116759	459	54
10047LC05	El Chortal	El Chortal	536630	4118266	459	54
10047LC05	El Chortal	El Chortal	537220	4117237	459	54
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	536134	4116142	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	536928	4115823	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	537738	4115985	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	537965	4115994	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	538235	4115860	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535562	4116438	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535127	4117093	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535152	4117268	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	534980	4118308	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535284	4116615	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535151	4117245	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535128	4117119	454	55
10047LC06	Peñón del Negro	El Chortal	535160	4117332	454	55
10146FC02	Nacimiento	Montenegro	526720	4106843	451	56
10146FC02	Nacimiento	Montenegro	526830	4106949	451	56
10146FC03	Cjo Entredicho	Montenegro	526729	4105565	451	56
10146FC05	Joraique	Montenegro	528593	4104584	447	57
10146FC05	Joraique	Montenegro	528527	4104515	447	57
10146FC05	Joraique	Montenegro	528721	4104712	447	57
10015FC07	Cortijo Antonio	El Rosal	508972	4108985	444	58
10015FC07	Cortijo Antonio	El Rosal	507515	4108524	444	58
10030LC02	Joraique	Arroyo Berruga y	534060	4119024	428	59
10030LC02	Joraique	Arroyo Berruga y	533952	4119197	428	59
10030LC02	Joraique	Arroyo Berruga y	535368	4122044	428	59
10030LC02	Joraique	Arroyo Berruga y	535416	4122030	428	59
10030LC05	El Cohete	Arroyo Berruga y	536890	4119222	412	60
10030LC05	El Cohete	Arroyo Berruga y	536913	4119096	412	60
10030LC05	El Cohete	Arroyo Berruga y	537158	4120013	412	60
10030LC05	El Cohete	Arroyo Berruga y	537171	4120129	412	60
10030LC05	El Cohete	Arroyo Berruga y	537080	4120558	412	60
10046LC04	El Escomite	Parcelas del Luc	538690	4124694	412	61
10046LC04	El Escomite	Parcelas del Luc	538670	4124744	412	61
10046LC04	El Escomite	Parcelas del Luc	538421	4125361	412	61
10046LC04	El Escomite	Parcelas del Luc	538275	4126243	412	61
10021LC03	Loma del Duque	Cortijo del Cond	540503	4119737	409	62
10021LC03	Loma del Duque	Cortijo del Cond	540478	4119902	409	62

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10047LC04	El Toril	El Chortal	540011	4116444	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539984	4116338	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	540109	4117428	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	540134	4117266	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539873	4118302	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539833	4118461	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539844	4118452	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	540253	4117056	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539691	4118973	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	540237	4116921	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539968	4118008	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539730	4118679	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	539709	4118757	379	63
10047LC04	El Toril	El Chortal	540159	4117201	379	63
10016LC02	La Rosariera	La Rosariera	546833	4127648	371	64
10046LC16	Loma del Bco del	Parcelas del Luc	532104	4120389	369	65
10021LC04	Maguillo	Cortijo del Cond	541512	4120641	352	66
10021LC04	Maguillo	Cortijo del Cond	541575	4120450	352	66
10021LC04	Maguillo	Cortijo del Cond	541522	4120836	352	66
10021LC04	Maguillo	Cortijo del Cond	541473	4120135	352	66
10021LC04	Maguillo	Cortijo del Cond	541242	4119603	352	66
10015FC10	Collado Aldeire	El Rosal	512218	4111253	347	67
10015FC10	Collado Aldeire	El Rosal	512252	4111401	347	67
10047LC08	Piedra Negra	El Chortal	543420	4116363	326	68
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	539377	4114575	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	539591	4114536	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	537435	4114738	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	538082	4114924	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	538211	4114925	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	539417	4114574	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	538067	4114923	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	537705	4114872	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	537706	4114873	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	537921	4114922	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	538939	4115083	325	69
10047LC11	Cuerda de los Po	El Chortal	538648	4114898	325	69
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	540859	4114481	306	70
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	541779	4115320	306	70
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	541542	4115286	306	70
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	540934	4114684	306	70
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	541631	4115309	306	70
10047LC12	Cerro de las Pie	El Chortal	540926	4114646	306	70
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532533	4118934	299	71
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532618	4119165	299	71
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532618	4119162	299	71

Código IPD	Paraje	Montenegro	Coord. X	Coord. Y	Importancia	Orden
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532301	4118334	299	71
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532393	4118528	299	71
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532618	4119161	299	71
10046LC17	La Pingarra	Parcelas del Luc	532616	4119195	299	71
10047LC01	Las Hoyas	El Chortal	538908	4119590	285	72
10065LC11	El Valenciano	El Prado	514843	4116630	285	73
10065LC11	El Valenciano	El Prado	515534	4118501	285	73
10065LC11	El Valenciano	El Prado	515766	4118536	285	73
10065LC11	El Valenciano	El Prado	515690	4118545	285	73
10065LC11	El Valenciano	El Prado	515732	4118538	285	73
10047LC09	Collado Rediles	El Chortal	544218	4116999	270	74
10047LC09	Collado Rediles	El Chortal	544400	4117204	270	74
10047LC09	Collado Rediles	El Chortal	544436	4117235	270	74
10065LC05	El Prado	El Prado	513815	4120113	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514823	4121775	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514821	4121766	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514826	4121789	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514826	4121788	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514845	4121976	243	75
10065LC05	El Prado	El Prado	514843	4121908	243	75
10015FC02	Cayuela	El Rosal	506536	4110817	241	76
10046LC01	Cerro Aguayo-El	Parcelas del Luc	530088	4125945	212	77
10046LC01	Cerro Aguayo-El	Parcelas del Luc	530115	4125956	212	77
10046LC01	Cerro Aguayo-El	Parcelas del Luc	530955	4126270	212	77
10046LC01	Cerro Aguayo-El	Parcelas del Luc	531015	4126315	212	77
10046LC01	Cerro Aguayo-El	Parcelas del Luc	530897	4126253	212	77
10015FC08	La Dehesa	El Rosal	509056	4112063	195	78
10015FC08	La Dehesa	El Rosal	509105	4111155	195	78
10065LC12	Cuesta de Baza	El Prado	515482	4116854	194	79
10065LC12	Cuesta de Baza	El Prado	515596	4117121	194	79

Tabla 6. Priorización de los TD a partir de la importancia de los PEG. Fuente: elaboración propia.

Código IPD	nº de PEG	Longitud tramo (m)	Importancia del tramo	Importancia ponderada del tramo	Priorización por Importancia
10065LC02	12	1541	10761	6,98	1
10021LC11	3	910	3396	3,73	2
10065LC01	11	2672	9865	3,69	3
10021LC13	20	5870	21167	3,61	4
10046LC13	4	1050	3747	3,57	5
10056LC02	9	1997	6820	3,42	6
10065LC09	7	2155	5730	2,66	7
10056LC08	8	2451	6248	2,55	8
10043LC02	2	581	1476	2,54	9
10021LC01	10	3120	7532	2,41	10
10146FC05	3	569	1341	2,36	11
30132LC01	5	1816	3703	2,04	12
10056LC05	9	3939	7655	1,94	13
10046LC10	4	1964	3817	1,94	14
10021LC06	4	2466	4527	1,84	15
10021LC05	8	4118	7332	1,78	16
10056LC03	2	2190	3878	1,77	17
30032LC01	7	3047	5326	1,75	18
10046LC06	6	3333	5741	1,72	19
10146FC01	4	1465	2499	1,71	20
10021LC07	6	2709	4524	1,67	21
10126LC01	6	2000	3308	1,65	22
10146FC02	2	594	901	1,52	23
10065LC07	8	3619	5463	1,51	24
10047LC10	2	832	1195	1,44	25
10056LC04	4	4807	6819	1,42	26
10030LC03	11	4273	5656	1,32	27
30032LC02	1	479	631	1,32	28
10030LC01	3	1550	2005	1,29	29
10046LC17	7	1628	2094	1,29	30
10065LC08	4	1735	2223	1,28	31
10016LC01	11	4348	5518	1,27	32
10021LC02	6	2845	3582	1,26	33
10046LC15	2	1097	1381	1,26	34
10047LC04	14	4330	5312	1,23	35
10056LC06	3	1651	1907	1,15	36
10030LC04	2	820	929	1,13	37
10047LC02	12	6343	6912	1,09	38
10065LC10	8	3672	3873	1,05	39
10056LC07	4	2552	2656	1,04	40
10046LC09	4	3610	3747	1,04	41
10047LC05	6	2813	2754	0,98	42

Código IPD	nº de PEG	Longitud tramo (m)	Importancia del tramo	Importancia ponderada del tramo	Priorización por Importancia
20159LC01	1	563	544	0,97	43
10126LC02	5	2685	2548	0,95	44
10046LC03	9	7576	7043	0,93	45
10047LC06	13	6516	5906	0,91	46
10030LC06	2	1548	1377	0,89	47
10030LC05	5	2339	2062	0,88	48
10047LC12	6	2121	1837	0,87	49
10043LC01	4	2614	2204	0,84	50
10065LC03	11	7217	6043	0,84	51
10021LC04	5	2305	1762	0,76	52
10065LC06	1	733	553	0,76	53
10047LC11	12	5193	3898	0,75	54
10056LC01	10	7633	5704	0,75	55
10047LC07	12	8024	5860	0,73	56
10065LC04	14	10793	7780	0,72	57
10047LC03	2	1926	1195	0,62	58
10015FC09	2	2276	1328	0,58	59
10046LC12	1	1674	958	0,57	60
10146FC03	1	839	451	0,54	61
10046LC01	5	2090	1059	0,51	62
10015FC05	4	5933	2977	0,50	63
10021LC08	1	1295	590	0,46	64
10065LC11	5	3150	1424	0,45	65
10015FC07	2	2006	889	0,44	66
10030LC02	4	4162	1711	0,41	67
10046LC05	2	3194	1289	0,40	68
10065LC05	7	4468	1702	0,38	69
10046LC04	4	4389	1648	0,38	70
10047LC09	3	2189	810	0,37	71
10021LC03	2	2395	819	0,34	72
10015FC10	2	2100	694	0,33	73
30020FC01	2	4590	1513	0,33	74
30020FC02	1	2293	695	0,30	75
10046LC16	1	1297	369	0,28	76
10016LC02	1	1640	371	0,23	77
10015FC03	1	2721	484	0,18	78
10015FC08	2	2408	390	0,16	79
10046LC02	1	3719	582	0,16	80
10065LC12	2	2551	389	0,15	81
10047LC08	1	2345	326	0,14	82
10015FC02	1	2592	241	0,09	83
10047LC01	1	3662	285	0,08	84

Conclusiones

En el presente trabajo se aborda un método eficaz para la determinación de las prioridades de actuación en Incendios Forestales en cuanto a medidas preventivas y medidas en el ámbito de la extinción se refiere, señalando aquellos Puntos Estratégicos de Gestión y aquellos Tramos Dinámicos donde una inversión da lugar a una mayor eficiencia, dando lugar de este modo a una optimización de los recursos humanos, materiales y económicos.

Además, la información generada a lo largo del trabajo permite abordar esta misma incógnita -la de la priorización en la actuación -desde muchos otros puntos de vista, más acertados si se persiguen otros objetivos, como pueden ser la planificación en la construcción de nuevas Infraestructuras Preventivas de Defensa que respondan a diversos criterios de eficiencia, el dimensionamiento de la red de puntos de abastecimiento de agua o los tratamientos puntuales para la disminución del riesgo humano entre otros muchos objetivos.

Se ha realizado, en todo caso, una exhaustiva caracterización de la Sierra de Los Filabres y los municipios que componen su entorno, en cuanto a los Incendios Forestales se refiere, componiéndose de este modo como un trabajo clave para abordar la gestión integral de los incendios forestales en la zona.

Bibliografía

- Allué Andrade, J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. INIA.
- Burgan, R.E. and Rothermel, R.C., 1984. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system--FUEL subsystem.
- Butry, D.T., Mercer, E., Prestemon, J.P., Pye, J.M. and Holmes, T.P., 2001. What is the price of catastrophic wildfire? *Journal of Forestry*, 99(11): 9-17.
- Corringham, T.W., Westerling, A.L. and Morehouse, B.J., 2008. Exploring use of climate information in wildland fire management: a decision calendar study. *Journal of Forestry*, 106(2): 71-77.
- Donovan, G.H. and Rideout, D.B., 2003. An integer programming model to optimize resource allocation for wildfire containment. *Forest Science*, 49(2): 331-335.
- Donovan, G.H., Rideout, D.B. and Omi, P.N., 1999. The Economic Efficiency of the National Fire Management Analysis System and FIREPRO, Proceedings of the Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Bottom Lines, pp. 105.
- F.A.O. 2009. Guía para la descripción de suelos.
- Finney, M., Brittain, S. and Seli, R., 2004. FlamMap. Joint Fire Science Program. Rocky Mountain Research Station, US Bureau of Land Management.
- Diputació de Barcelona. Àrea d'Espais Naturals. Oficina Tècnica de Prevenció d'Incendis Forestals, 2009. La planificación de la prevención de los incendios forestales en la provincia de Barcelona, Territorio. Diputació de Barcelona. Àrea de Presidència. Direcció de Comunicació, Barcelona, pp. 253.
- Forthofer, J., Shannon, K. and Butler, B., 2010. Initialization of high resolution surface wind simulations using nws gridded data.
- Gorte, R. and Economics, H., 2013. The rising cost of wildfire protection. *Headwaters Economics*.
- Hernando Lara, C. and Elvira Martín, L.M., 1989. Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque.
- Keane, R.E. et al., 2008. Ecological effects of large fires on US landscapes: benefit or catastrophe? *International Journal of Wildland Fire*, 17(6): 696-712.
- Keeley, J.E., Pausas, J.G., Rundel, P.W., Bond, W.J. and Bradstock, R.A., 2011. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in plant science*, 16(8): 406-411.
- Lee, Y., Fried, J.S., Albers, H.J. and Haight, R.G., 2012. Deploying initial attack resources for wildfire suppression: spatial coordination, budget constraints, and capacity constraints. *Canadian Journal of Forest Research*, 43(1): 56-65.
- Martínez, J., Vega-García, C. and Chuvieco, E., 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of environmental management*, 90(2): 1241-1252.
- Martínez Ruíz, E., 2000. Manual de Valoración de Montes y Aprovechamientos Forestales.
- Mendes, I., 2010. A theoretical economic model for choosing efficient wildfire suppression strategies. *Forest Policy and Economics*, 12(5): 323-329.
- Moreira, F., Arianostou, M., Vallejo, V.R. and De las Heras, J., 2012. Setting the scene for post-fire management.
- Morton, D.C., Roessing, M.E., Camp, A.E. and Tyrrell, M.L., 2003. Assessing the environmental, social, and economic impacts of wildfire. *GISF Research Paper*, 1.
- Muñoz-Navarro, J.A., 2015. Estudio de diagnóstico y caracterización de los

incendios de copa en las masas arboladas de la comarca forestal de Villaviciosa de Córdoba, Universidad de Córdoba, Córdoba.

- Omi, P.N., Murphy, J.L. and Wensel, L.C., 1981. A linear programming model for wildland fuel management planning. *Forest Science*, 27(1): 81-94.
- Pausas, J.G., 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic change*, 63(3): 337-350.
- Pausas, J.G., 2010. Fuego y evolución en el Mediterráneo. *Investigación y Ciencia: Edición Española de Scientific American*(407): 56-63.
- Quereda Rodríguez-Navarro, J.M. and Siguenza Amichis, F., 1997. Recursos de rocas ornamentales en la Sierra de Los Filabres. Incidencia en su explotación en el medio ambiente.
- Rico, F., Velez Muñoz, R., Villaescusa Sanz, R., Rodero Fernandez, F. and Baz Salas, L., 1981. *Técnicas para defensa contra incendios forestales*. Ministerio de Agricultura, Madrid (España). Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Madrid (España).
- Rodríguez y Silva, F. and Molina, J.R., 2012. Modeling Mediterranean forest fuels by 438 integrating field data and mapping tools. *Eur J For res.*
- Rodríguez y Silva, F., Molina, J.R. and Martínez, J.F., 2010. *Manual Técnico de Aplicaciones 441 Informáticas para la Defensa Contra Incendios Forestales*. MANPAI XXI.
- Romero-Calcerrada, R. and Perry, G.L., 2004. The role of land abandonment in landscape dynamics in the SPA 'Encinares del río Alberche y Cofio, Central Spain, 1984–1999. *Landscape and Urban Planning*, 66(4): 217-232.
- Ruíz Tudela, L., 2015. Evaluación del impacto económico del incendio de Alhama de Almería, mediante el uso de teledetección. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Sánchez-Martos, F., Calaforra, J.M. and Alonso-Blanco, J.M., 2001. *Encuadre geológico de la provincia de Almería*. Universidad de Almería.
- Vélez Muñoz, R., 2000. *La defensa contra los incendios forestales: Fundamentos y experiencias*. Madrid, ES: McGraw-Hill Interamericana.
- Rodríguez y Silva, F. and González-Cabán, A., 2010. 'SINAMI': a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems. *International journal of wildland fire*, 19(7): 927-936.
- Rodríguez y Silva, F., Martínez, J.R.M. and González-Cabán, A., 2014. A methodology for determining operational priorities for prevention and suppression of wildland fires. *International journal of wildland fire*, 23(4): 544-554.
- Rodríguez y Silva, F., Molina, J.R., González-Cabán, A. and Machuca, M.Á.H., 2012. Economic vulnerability of timber resources to forest fires. *Journal of environmental management*, 100: 16-21.

ANEJOS

Trabajo Fin de Máster

Máster en Incendios Forestales. Ciencia y Gestión Integral

AUTOR: D. Juan Antonio Muñoz Navarro

DIRECTOR: D. Juan Ramón Molina Martínez

TUTOR: D. Francisco Rodríguez y Silva

FECHA: Octubre 2017

Anejo I

Glosario

- BEF** - Factor de Expansión de Biomasa
- CEDEFO** - Centro de Defensa Forestal
- COP** - Centro Operativo Provincial
- DEM** - Modelo Digital de Elevaciones
- IFN3** - Tercer Inventario Forestal Nacional
- IPD** - Infraestructuras Preventivas contra Incendios Forestales
- NIF** - Niveles de Intensidad del Fuego
- PEG** - Puntos Estratégicos de Gestión
- RedFor** - Red Forestal para el Desarrollo Rural
- SIG** - Sistema de Información Geográfica
- TD** - Tramos Dinámicos
- TOP** - Técnico de Operaciones
- VCC** - Volumen Con Corteza
- ZPA** - Zonas Prioritarias de Actuación

Anejo II

Tablas - Caracterización del medio

Tabla 7. Mamíferos presentes en la zona de estudio.

Nombre común		Nombre científico
Ardilla roja	-	<i>Sciurus vulgaris</i>
Cabra montes	-	<i>Capra pyrenaica</i>
Ciervo	-	<i>Cervus elaphus</i>
Comadreja	-	<i>Mustela nivalis</i>
Conejo	-	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Erizo común	-	<i>Erinaceus europaeus</i>
Garduña	-	<i>Martes foina</i>
Gato montes	-	<i>Felis silvestris</i>
Jabalí	-	<i>Sus scrofa</i>
Jineta	-	<i>Genetta genetta</i>
Liebre ibérica	-	<i>Lepus granatensis</i>
Lirón careto	-	<i>Elyomis quercineus</i>
Murciélago de borde claro	-	<i>Pipistrellus khuli</i>
Murciélago de cueva	-	<i>Miniopterus schreibersii</i>
Murciélago de patagio aserrado	-	<i>Myotis nattereri</i>
Murciélago enano	-	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Murciélago grande de herradura	-	<i>Rinolophus ferrumequinum</i>
Murciélago pequeño de herradura	-	<i>Rinolophus hipposideros</i>
Musaraña común	-	<i>Crocidura russula</i>
Musaraña	-	<i>Suncus etruscus</i>
Musgaño de Cabrera	-	<i>Neomys anomalus</i>
Orejudo gris	-	<i>Plecotus austriacus</i>
Rata de agua	-	<i>Arvicola sapidus</i>
Rata negra	-	<i>Rattus rattus</i>
Rata parda	-	<i>Rattus norvegicus</i>
Ratón casero	-	<i>Mus domesticus</i>
Ratón de campo	-	<i>Apodemus sylvaticus</i>
Ratón moruno	-	<i>Mus spretus</i>
Tejón	-	<i>Meles meles</i>
Topillo común	-	<i>Microtus duodecimcostatus</i>
Topillo de Cabrera	-	<i>Microtus cabrae</i>
Topo ibérico	-	<i>Talpa occidentalis</i>
Turón	-	<i>Mustela putorius</i>
Zorro	-	<i>Vulpes vulpes</i>

Tabla 8. Invertebrados presentes en la zona de estudio.

GRUPO	ESPECIE
LEPIDÓPTEROS	<i>Colitis evagore</i> subs. <i>nouna</i>
	<i>Lycaena alciphron</i>
	<i>Plebejus idas</i> subsp. <i>nevadensis</i>
	<i>Polyommatus hispanus</i>
	<i>Iolana iolas</i>
	<i>Parnasiuss apollo</i> subsp. <i>filabricus</i>
	<i>Pseudochazara hippolyte</i> subsp. <i>Willamsi</i>
	<i>Polyommatus nivescens</i>
	<i>Polyommatus thersites</i>
	<i>Zygana nevadensis</i>
COLEÓPTEROS	<i>Agrilus moriscus</i>
	<i>Iberodorcadion mucidum mucidum</i>
	<i>Iberocardion ferdinandi</i>
	<i>Sphenoptera pilosula pilosula</i>
	<i>Parmena breuningi</i>
	<i>Anthaxia espanoli</i>
	<i>Chasmatopterus cobosi</i> subsp. <i>Barrancoi</i>
	<i>Agrilus moriscus</i>
	<i>Sphenoptera barbarica</i>
	<i>Julodis onopordi</i> subsp. <i>sommeri</i>
	<i>Pseudolucanus barbarossa</i>
	<i>Mylabris platai</i>
	<i>Laemostenus barrancoi</i>
ORTÓPTEROS	<i>Pycnogaster (Bradygaster) inermis</i>
	<i>Gryllus campestris</i>
ARÁCNIDOS	<i>Zodarion diatretum</i>
	<i>Zodarion minutrum</i>
	<i>Dysdera presai</i>
MOLUSCOS	<i>Iberus gualterianus gualterianus</i>

Tabla 9. Muestra de aves presentes en la zona de estudio

Nombre común		Nombre científico
Águila calzada	-	<i>Hieraaetus pennatus</i>
Águila Culebrera	-	<i>Circaetus gallicus</i>
Águila Perdicera	-	<i>Hieraaetus fasciatus</i>
Águila Real	-	<i>Aquila chryaetos</i>
Aguilucho cenizo	-	<i>Circus pygargus</i>
Autillo	-	<i>Otus scops</i>
Azor	-	<i>Accipiter gentilis</i>
Búho chico	-	<i>Asio otus</i>
Búho real	-	<i>Bubo bubo</i>
Buitre leonado	-	<i>Gyps fulvus</i>
Cárabo	-	<i>Strix aluco</i>
Chotacabras gris	-	<i>Caprimulgus europaeus</i>
Colirrojo real	-	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
Gavilán	-	<i>Accipiter nisus</i>
Halcón abejero	-	<i>Pernis apivorus</i>
Halcón peregrino	-	<i>Falco peregrinus</i>
Lugano	-	<i>Carduelis spinus</i>
Mirlo capiblanco	-	<i>Turdus torquatus</i>
Mochuelo	-	<i>Athene noctua</i>
Pico picapinos	-	<i>Dendrocopos major</i>
Pincón real	-	<i>Fringilla montifringilla</i>
Ratonero	-	<i>Buteo buteo</i>
Roquero rojo	-	<i>Monticola saxatilis</i>
Torcecuellos	-	<i>Jynx torquilla</i>

Tabla 10. Anfibios presentes en la zona de estudio.

Nombre común		Nombre científico
Rana común	-	<i>Rana perezi</i>
Sapillo moteado	-	<i>Pelodytes punctatus</i>
Sapillo pintojo meridional	-	<i>Discoglossus jeanneae</i>
Sapo común	-	<i>Bufo bufo</i>
Sapo corredor	-	<i>Bufo calamita</i>
Sapo partero bético	-	<i>Alytes dickhilleni</i>

Tabla 11. Reptiles presentes en la zona de estudio.

Nombre común		Nombre científico
Galápago Leproso	-	<i>Mauremys leprosa</i>
Salamanquesa común	-	<i>Tarentola mauritanica</i>
Salamanquesa costera	-	<i>Hemidactylus turcicus</i>
Eslizón ibérico	-	<i>Chalcides bedriagai</i>
Lagartija colirroja	-	<i>Acanthodactylus erithrurus</i>
Lagarto ocelado	-	<i>Lacerta lepida</i>
Lagartija ibérica	-	<i>Podarcis hispanica</i>
Lagartija colilarga	-	<i>Psammodromus algirus</i>
Lagartija cenicienta	-	<i>Psammodromus hispanicus</i>
Culebrilla ciega	-	<i>Blanus cinereus</i>
Culebra de herradura	-	<i>Coluber hippocrepis</i>
Culebra lisa meridional	-	<i>Coronella girondica</i>
Culebra de escalera	-	<i>Elaphe scalaris</i>
Culebra de cogulla	-	<i>Macropotodon cucullatus</i>
Culebra de collar	-	<i>Natrix natrix</i>
Culebra viperina	-	<i>Natrix maura</i>
Culebra bastarda	-	<i>Malpolon monspessulanus</i>
Víbora hocicuda	-	<i>Vipera latasti</i>

Anejo III

Tablas - Casuística

	GRUPO DE CAUSAS	
	CASOS	FRECUENCIA
ACCIDENTALES	8	4,82%
DESCONOCIDO	17	10,24%
INTENCIONADOS	50	30,12%
NATURALES	26	15,66%
NEGLIGENCIAS	65	39,16%
	166	100%

Tabla 13. (Izquierda) Casuística general de incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. (Abajo) Casuística detallada de incendios forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

	TIPO DE CAUSA	
	CASOS	FRECUENCIA
CAUSA DESCONOCIDA	17	16,04%
FUMADORES	8	7,55%
HOGUERAS	1	0,94%
LÍNEAS ELÉCTRICAS	0	0,00%
MOTORES Y MÁQUINAS (ACCIDENTES DE VEHÍCULOS)	0	0,00%
MOTORES Y MÁQUINAS (MAQUINARIA FIJA)	0	0,00%
MOTORES Y MÁQUINAS (OTROS)	0	0,00%
MOTORES Y MÁQUINAS (VEHÍCULOS LIGEROS Y PESADOS)	0	0,00%
OTRAS MOTIVACIONES	23	21,70%
OTRAS NEGLIGENCIAS (ACTIVIDADES APÍCOLAS)	0	0,00%
OTRAS NEGLIGENCIAS (FUEGOS ARTIFICIALES)	1	0,94%
OTRAS NEGLIGENCIAS (JUEGOS DE NIÑOS)	0	0,00%
OTRAS NEGLIGENCIAS (OTRAS)	8	7,55%
OTRAS NEGLIGENCIAS (SIN ESPECIFICAR)	1	0,94%
PARA FAVORECER LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS EN EL MONTE	0	0,00%
PROVOCADOS CONTRA EL ACOTAMIENTO DE LA CAZA	1	0,94%
PROVOCADOS PARA AHUYENTAR ANIMALES (LOBOS, JABALÍES)	0	0,00%
PROVOCADOS POR CAMPESINOS PARA ELIMINAR MATORRAL Y RESIDUOS AGRÍCOLAS	0	0,00%
PROVOCADOS POR CAZADORES PARA CONTROLAR LA CAZA	2	1,89%
PROVOCADOS POR PASTORES Y GANADEROS PARA REGENERAR EL PASTO	1	0,94%
PROVOCADOS POR PIRÉMANOS	3	2,83%
PROVOCADOS POR VENGANZAS	5	4,72%
QUEMA AGRÍCOLA (OTRAS QUEMAS AGRÍCOLAS)	0	0,00%
QUEMA AGRÍCOLA (QUEMA DE BORDES DE ACEQUIAS)	0	0,00%
QUEMA AGRÍCOLA (QUEMA DE LINDES Y BORDES DE FINCAS)	0	0,00%
QUEMA AGRÍCOLA (QUEMA DE RASTROJOS)	0	0,00%
QUEMA AGRÍCOLA (QUEMA DE RESTOS DE PODA)	0	0,00%
QUEMA AGRÍCOLA (SIN ESPECIFICAR)	0	0,00%
QUEMA DE BASURA	3	2,83%
QUEMA DE MATORRAL (PARA LIMPIEZA DE CAMINOS O SENDAS)	0	0,00%
RAYO	26	24,53%

SIN DATOS	5	4,72%
	88	83,02%

Tabla 14. Frecuencia de incendios forestales en los términos municipales de la zona de estudio, ponderada en función de la superficie. Fuente: elaboración propia.

	TÉRMINOS MUNICIPALES						
	CASOS	FRECUENCIA	Supf. (ha)	Supf. pond.	Importancia	Casos pond.	Frec. pond.
Abla	6	3,61%	4563	2,47%	68,31%	4,10	2,47%
Abrucena	7	4,22%	8337	4,51%	106,97%	7,49	4,51%
Albanchez	6	3,61%	3521	1,90%	52,70%	3,16	1,90%
Alcontar	2	1,20%	9485	5,13%	425,92%	8,52	5,13%
Armuña de Almanzora	2	1,20%	796	0,43%	35,76%	0,72	0,43%
Bacares	3	1,81%	9503	5,14%	284,49%	8,53	5,14%
Bayarque	4	2,41%	2634	1,42%	59,13%	2,37	1,42%
Benizalon	7	4,22%	3238	1,75%	41,55%	2,91	1,75%
Castro de Filabres	1	0,60%	2944	1,59%	264,36%	2,64	1,59%
Chercos	5	3,01%	1347	0,73%	24,20%	1,21	0,73%
Cobdar	1	0,60%	3198	1,73%	287,22%	2,87	1,73%
Fiñana	1	0,60%	13380	7,24%	1201,65%	12,02	7,24%
Gergal	4	2,41%	22795	12,33%	511,81%	20,47	12,33%
Laroya	3	1,81%	2164	1,17%	64,79%	1,94	1,17%
Las Tres Villas	5	3,01%	8506	4,60%	152,79%	7,64	4,60%
Lijar	1	0,60%	2801	1,52%	251,59%	2,52	1,52%
Lubrin	7	4,22%	13804	7,47%	177,11%	12,40	7,47%
Macael	7	4,22%	4329	2,34%	55,55%	3,89	2,34%
Nacimiento	8	4,82%	8173	4,42%	91,75%	7,34	4,42%
Olula de Castro	3	1,81%	3431	1,86%	102,72%	3,08	1,86%
Purchena	13	7,83%	3681	1,99%	25,43%	3,31	1,99%
Senes	6	3,61%	5042	2,73%	75,48%	4,53	2,73%
Seron	27	16,27%	16722	9,05%	55,63%	15,02	9,05%
Sierro	1	0,60%	2775	1,50%	249,21%	2,49	1,50%
Sufli	4	2,41%	982	0,53%	22,06%	0,88	0,53%
Tahal	13	7,83%	9500	5,14%	65,63%	8,53	5,14%
Tijola	7	4,22%	6750	3,65%	86,61%	6,06	3,65%
Uleila del Campo	8	4,82%	3867	2,09%	43,42%	3,47	2,09%
Velefique	4	2,41%	6561	3,55%	147,32%	5,89	3,55%
	166	100,00%	184830	100,00%		166	100,00%

Anejo IV

Tablas - Metodología

Tabla 15. Causas de riesgo contempladas en el estudio del riesgo potencial, valor de la importancia y valor asociado a la distancia respecto al elemento de riesgo. Fuente: elaboración propia. n° de casos = n° de IF ocurridos debido a la causa de riesgo indicada; Importancia = n° de casos / total de casos; Buffer: metros alrededor de los elementos para los cuales se considera un nivel de importancia alto, medio, bajo o nulo.

Causas de riesgo	n° de casos	Importancia	Buffer (m)			
			Alto (15)	Medio (10)	Bajo (5)	Nulo (0)
Poblaciones	13	0,124	50	100	200	> 200
Actividades forestales	5	0,048	50	100	200	> 200
Áreas recreativas	1	0,010	200	250	350	> 350
Carreteras	5	0,048	25	50	100	> 100
Caminos	5	0,048	25	50	100	> 100
Líneas Cortafuegos	1	0,010	25	50	100	> 100
Tendidos eléctricos	2	0,019	50	100	200	> 200
Vías férreas	1	0,010	25	50	100	> 100
Zonas agrícolas	46	0,438	400	600	800	> 800
Tormentas	26	0,248	100	250	350	> 350

Tabla 16. Valoración cualitativa del Riesgo Histórico.

Riesgo histórico			
	<	1	Muy Bajo
1	-	2	Bajo
3	-	4	Moderado
5	-	6	Alto
7	-	10	Grave
	>	10	Extremo

Tabla 17. Coeficiente de peligrosidad asociado al tipo de causa.

Tipo de causa	c
Intencionado	10
Negligencia	5
Accidental	1
Rayo	1
Desconocida	5

Tabla 18. Probabilidad de ignición y peso asociado.

Prob. de Ignición (%)			Peso asignado (PI_{mi})
Del		Al	
0	-	10	1
11	-	20	2
21	-	30	3
31	-	40	4
41	-	50	5
51	-	60	6
61	-	70	7
71	-	80	8
81	-	90	9
91	-	100	10

Tabla 19. Coeficiente de ignición en función del modelo de combustible del sistema Behave.

Mod. Comb.	CI_{gmi}
1	1
2	1
3	0,9
4	0,6
5	0,2
6	0,6
7	0,7
8	0,5
9	0,4
10	0,2
11	0,2
12	0,1
13	0,1

Tabla 20. Relación de distintas variables asociadas a un frente de llama y su peso.

Velocidad de propagación (m/min)	Longitud de llama (m)	Calor por unidad de área (kcal/m ²)	Peso
0-10	0-0,5	0-380	1
11-20	0,51-1,0	381-1265	2
21-30	1,1-1,5	1266-1415	3
31-40	1,51-2	1416-1610	4
41-50	2,1-2,5	1611-1905	5
51-60	2,51-3	1906-2190	6
61-70	3,1-3,5	2191-4500	7
71-80	3,51-4	4501-6630	8
81-90	4,1-4,5	6631-8000	9
>90	>4,5	>8000	10

Tabla 21. Peso y coeficientes de ajuste asociados a distintas características del entorno estudiado.

Dureza del suelo	Pendiente (%)	Orientación	Sendas de pre-extinción (m/ha)	Peso	Coeficiente de ajuste
Duro	0-5	N	0-5	10	1
-	6-10	-	6-10	9	1
-	11-15	NE	11-15	8	1
Moderadamente duro	16-20	NO	16-20	7	0,8
-	21-25	E	21-25	6	0,8
Moderadamente suelto	26-30	O	26-30	5	0,8
-	31-35	SE	31-35	4	0,6
-	36-40	SO	36-40	3	0,6
-	41-45	S	41-45	2	0,6
Suelto	>46	-	>46	1	0,5

Tabla 22. Peso asociado a la longitud total de IPD/viales dentro de una celda.

Longitud (m)	Peso
0-100	1
101-200	2
201-300	3
301-400	4
401-500	5
501-600	6
601-700	7
701-800	8
801-900	9
>901	10

Tabla 23. Ponderación de la importancia en función del tipo de vía presente en la celda de estudio.

Tipo de vía	Factor
Autovía	220%
Carretera	100%
Camino	57%

Tabla 24. Pesos asociados a la facilidad de apertura de líneas de defensa en los modelos de combustible UCO-40.

Modelo de Combustible (UCO-40)	Peso del ratio manual (m/h)	Peso del ratio mecánico (m/h)
P1	10	10
P2	10	10
P3	10	10
P4	10	10
P5	10	10
P6	10	10
P7	9	9
P8	9	9
P9	9	9
PM1	9	9
PM2	9	9
PM3	8	8
PM4	8	8
M1	7	7
M2	7	7
M3	5	5
M4	5	5
M5	4	4
M6	5	5
M7	3	3
M8	4	4
M9	3	3
HPM1	8	8
HPM2	8	8
HPM3	8	8
HPM4	6	6
HPM5	6	6
HR1	7	7
HR2	7	7
HR3	7	7
HR4	7	7
HR5	7	7
HR6	7	7
HR7	7	7
HR8	7	7
HR9	7	7
R1	2	2
R2	2	2
R3	1	1
R4	1	1

Tabla 25. Coeficiente de dificultad de construcción de líneas de defensa asociado a la pendiente de la zona de trabajo.

Pte (%)			Peso
0	-	15	1
16	-	30	0,8
31	-	45	0,6
45	-	> 60	0,5

Tabla 26. Peso asociado al tiempo de vuelo entre descargas de los distintos tipos de aeronaves utilizadas en extinción de incendios.

Tiempo de vuelo entre descargas (min)			Peso
	Aviones		
Helicópteros	Anfibios	ACT	
<5	<20	<20	10
6-15	21-30	21-40	9
16-25	31-40	41-60	8
26-35	41-50	61-80	7
36-45	51-60	81-100	6
46-55	61-70	101-120	5
56-65	71-80	121-140	4
66-75	81-90	141-160	3
76-85	91-100	161-180	2
>86	>101	>181	1

Tabla 27. Características de las distintas aeronaves de referencia utilizadas para la elaboración de este trabajo.

Medio aéreo	Modelo de referencia	Velocidad (km/h)	Autonomía (h)	Tiempo de carga (seg)	Lugares para la recarga
Helicóptero	Bell-205	200	2	300	Balsas y embalses
Anfibio	Canadair CL-215-T	320	4,5	600	Embalses
ACT	AT-802	300	4	900	Pistas

Tabla 28. Porcentaje de deterioro de los recursos en función del Ratio de Depreciación (NIF). Fuente: Rodríguez y Silva et al. (2012).

NIF	Longitud de llama (m)	Deterioro del recurso maderero	Deterioro de los recursos mediatos
I	< 2	8%	5%
II	2 - 3	17%	10%
III	3 - 6	39%	25%
IV	6 - 9	58%	48%
V	9 - 12	83%	68%
VI	> 12	89%	78%

Tabla 29. Características medias de las masas presentes en la zona de estudio. Fuente: IFN3.

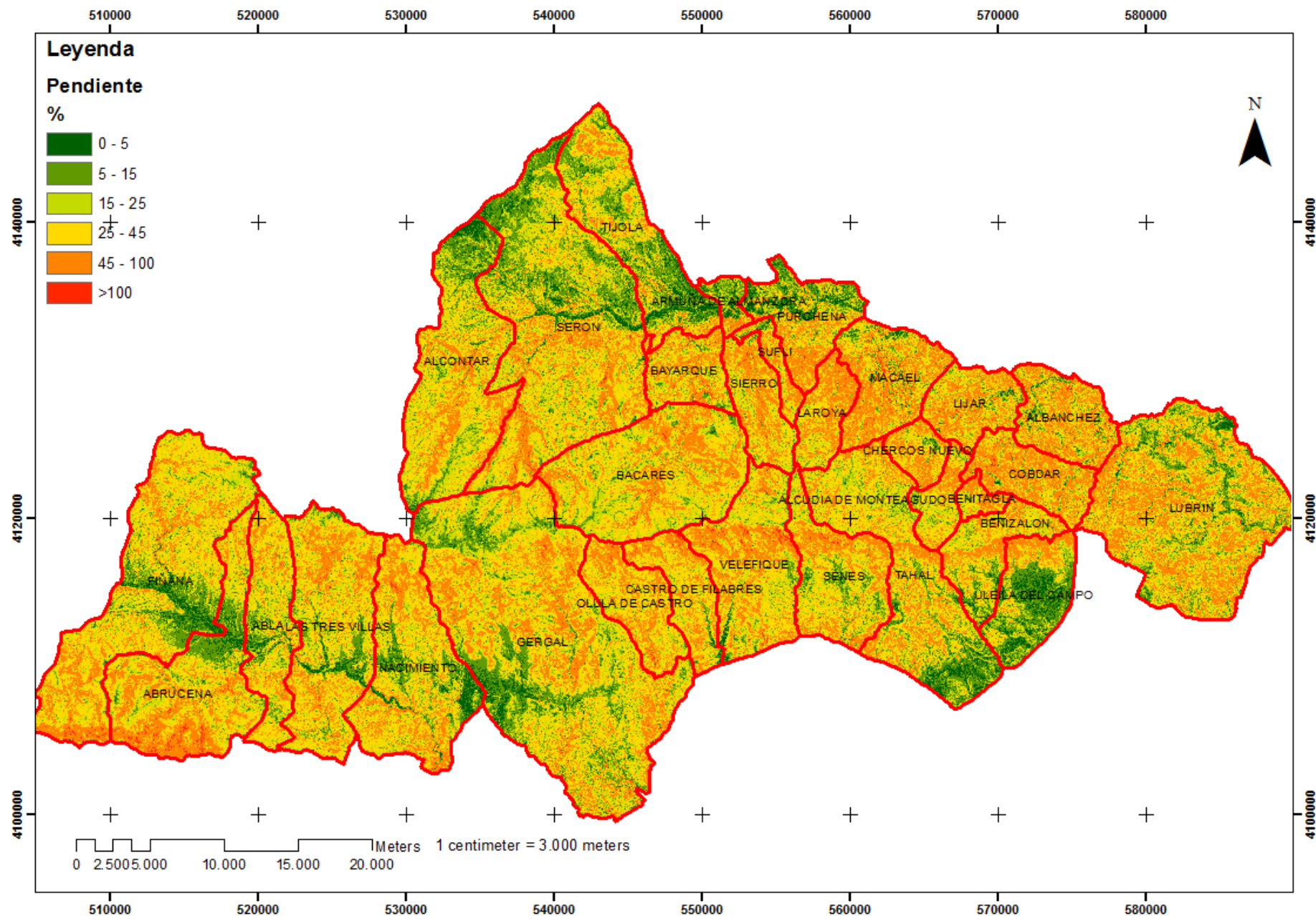
Especie	Precio (€/m3)	Turno (años)	Edad (años)
<i>Pinus halepensis</i>	37	60 - 80	30 - 40
<i>Pinus nigra</i>	37	80 - 100	30 - 40
<i>Pinus pinaster</i>	37	80 - 100	30 - 40
<i>Pinus pinea</i>	37	100 - 120	30 - 40
<i>Pinus sylvestris</i>	37	100 - 120	30 - 40
<i>Quercus ilex</i>	70	100 - 120	100 - 120

Tabla 30. Valoración de Bienes Inmuebles de Naturaleza Rústica para la zona del incendio. Fuente: Agencia Tributaria de Andalucía de la Consejería de Hacienda y Administración Pública.

USO	VALOR (€/ha)
Almendros Secano	3600
Espartizal Atochar	1700
Cereal/ Labor Secano	2000
Cereal/Labor Regadío	7200
Dehesa Con Pastizal	1600
Frutales	22800
Especies Mezcladas	1800
Pinar Maderable	2700
Olivar	5100
Arboles De Ribera	4400
Matorral	1600

Anejo V

Figuras – Caracterización del medio



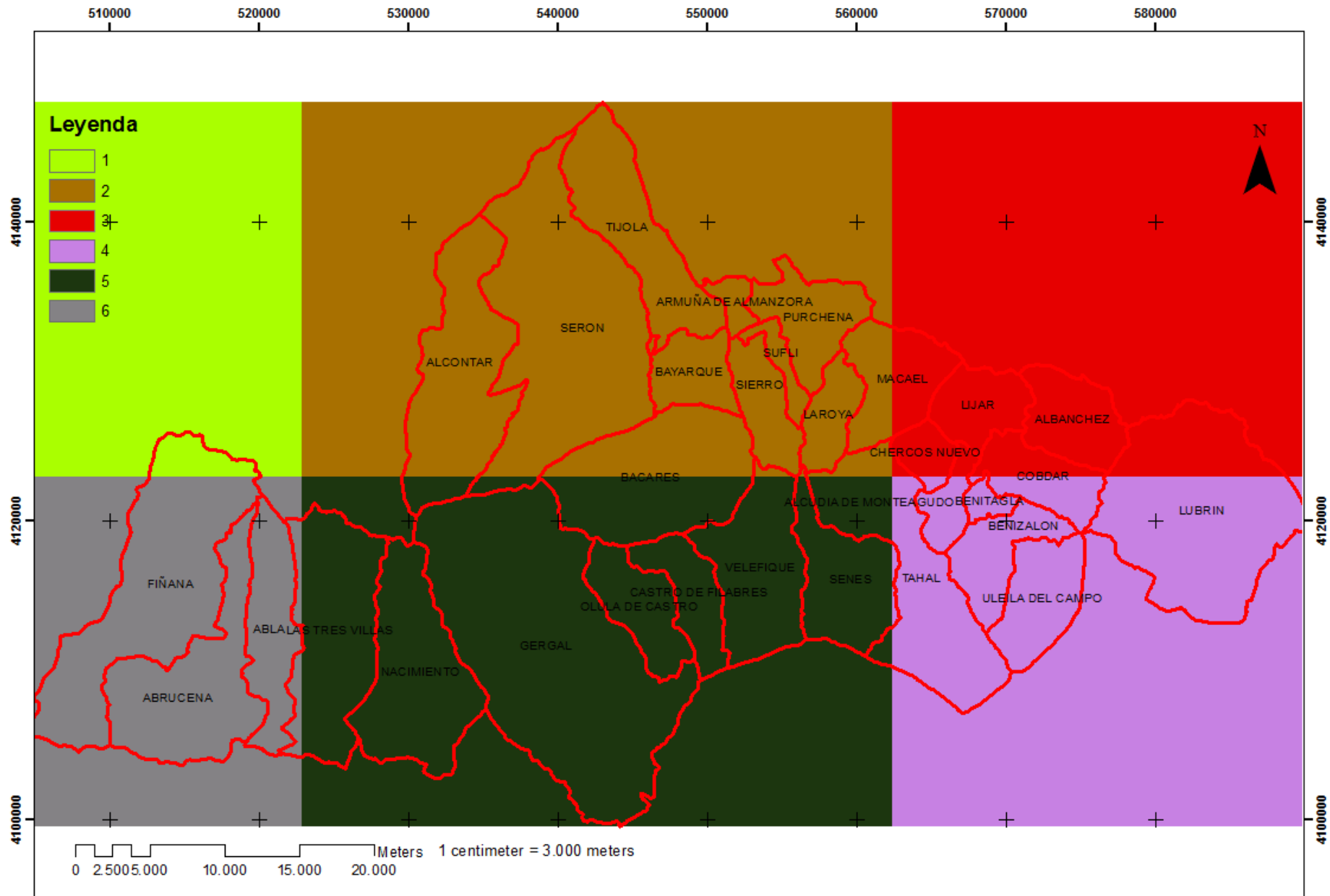
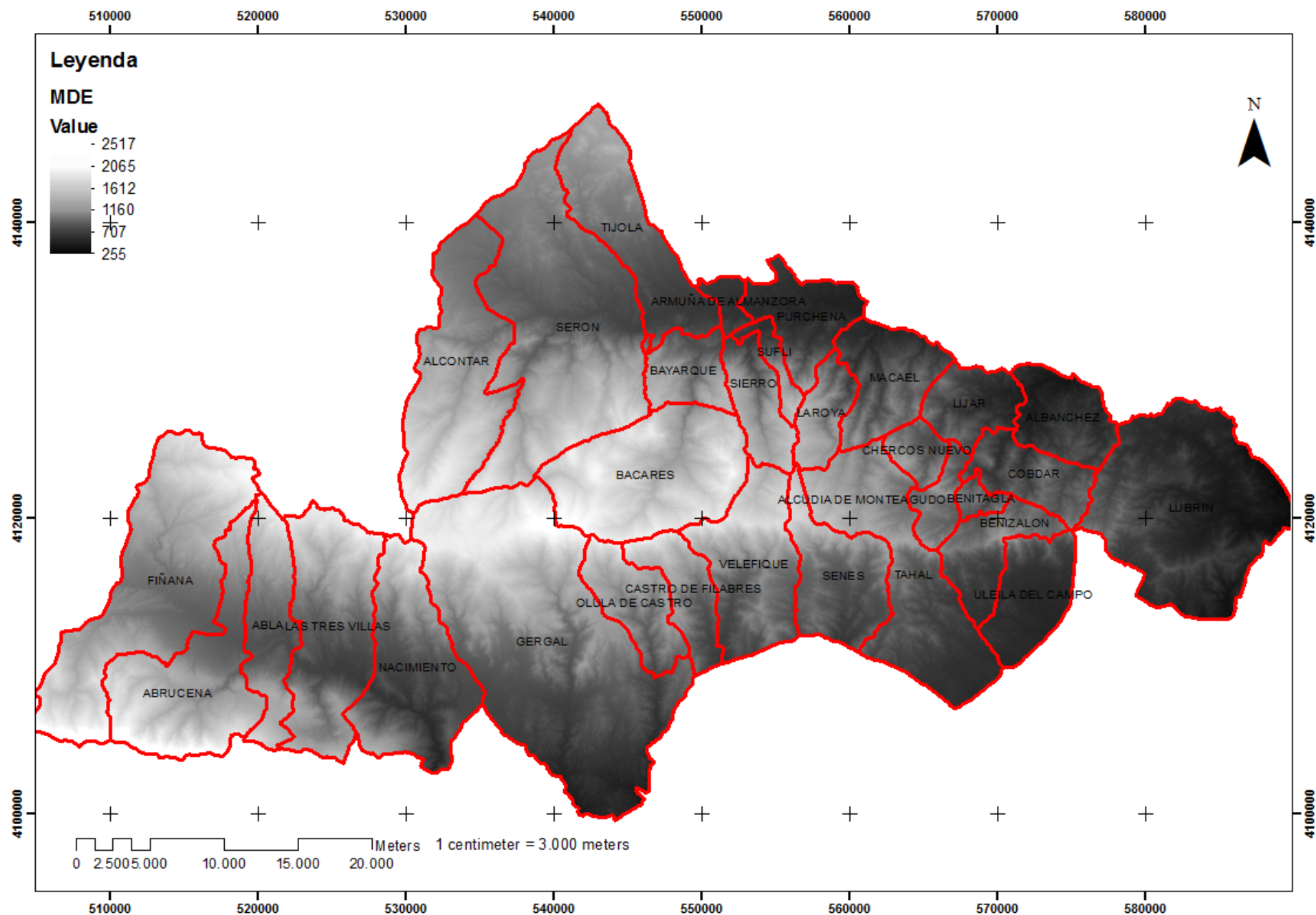


Figura 24. Cuadrículas en las que se ha dividido el área de estudio para la simulación de distintas variables usando el software FlamMap.



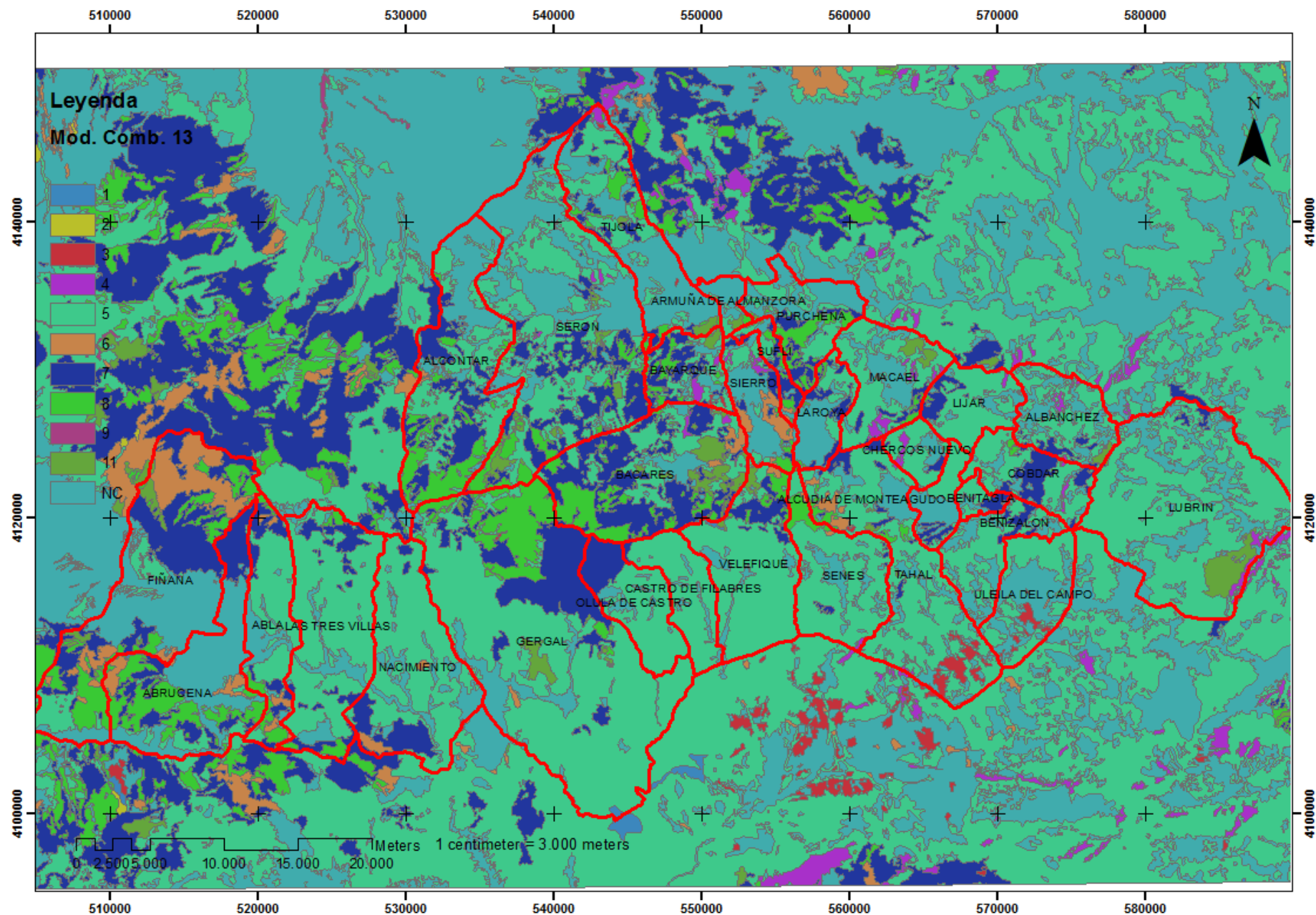


Figura 27: mapa de modelos de combustible del sistema Behave para la zona de estudio. Fuente: REDIAM.

Leyenda

UCO40

- HPM1
- HPM2
- HPM3
- HPM4
- HPM5
- HR3
- HR5
- HR6
- HR9
- M1
- M2
- M3
- M4
- M5
- M6
- M7
- M8
- M9
- P1
- P2
- P4
- PM1
- PM2
- PM3
- PM4

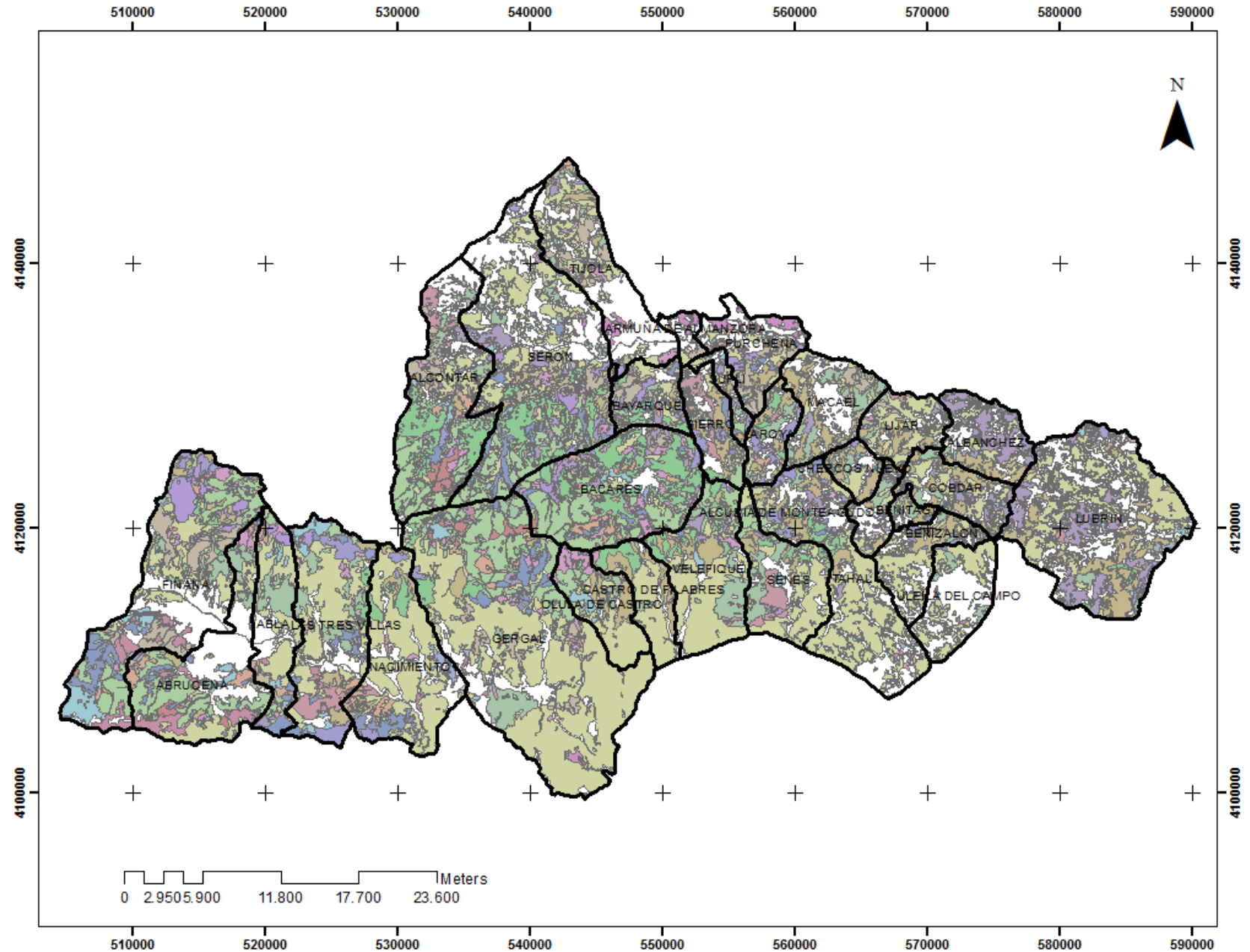
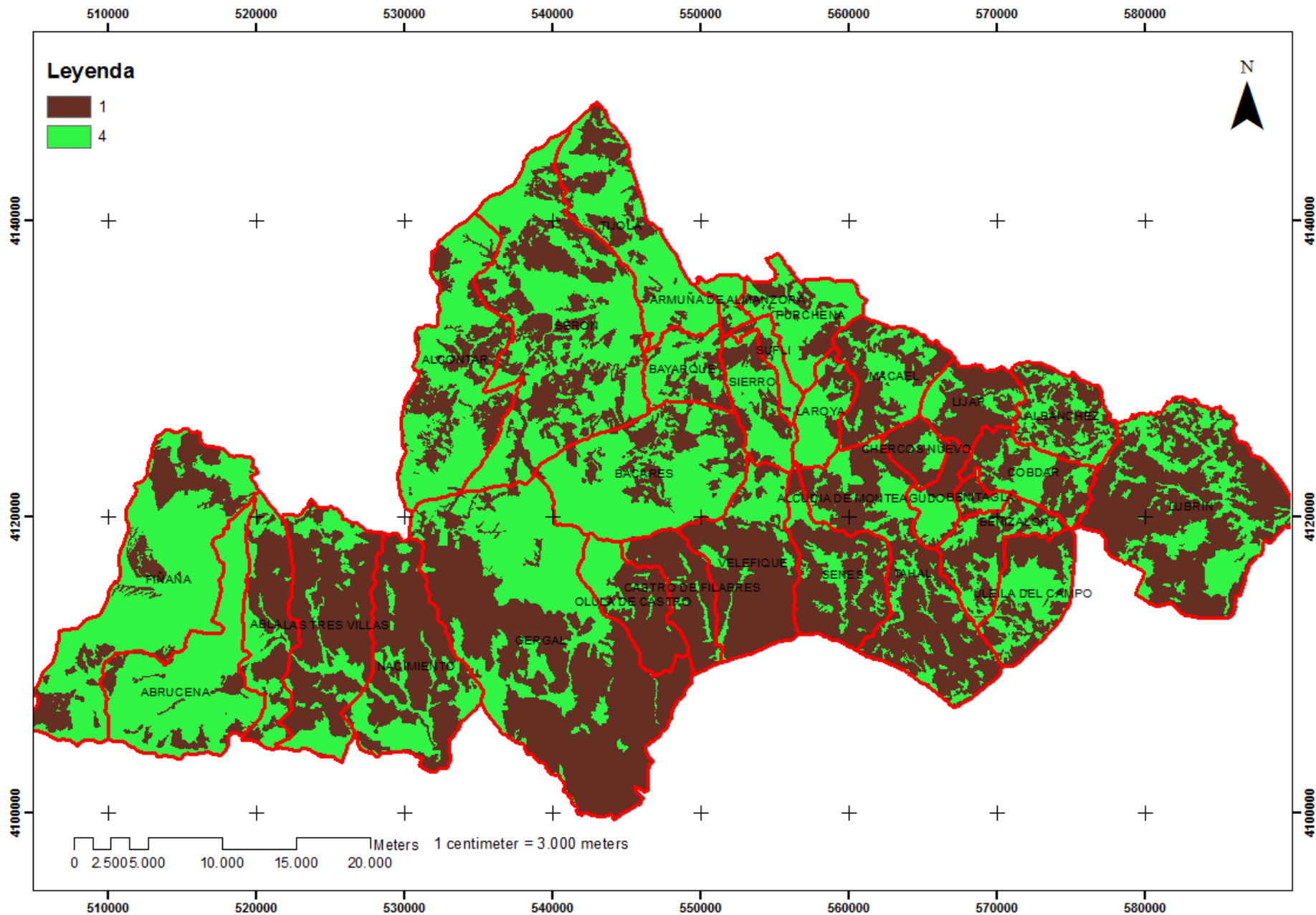


Figura 28. Mapa de modelos de combustible del sistema UCO-40 para la zona de estudio. Fuente: LABIF.



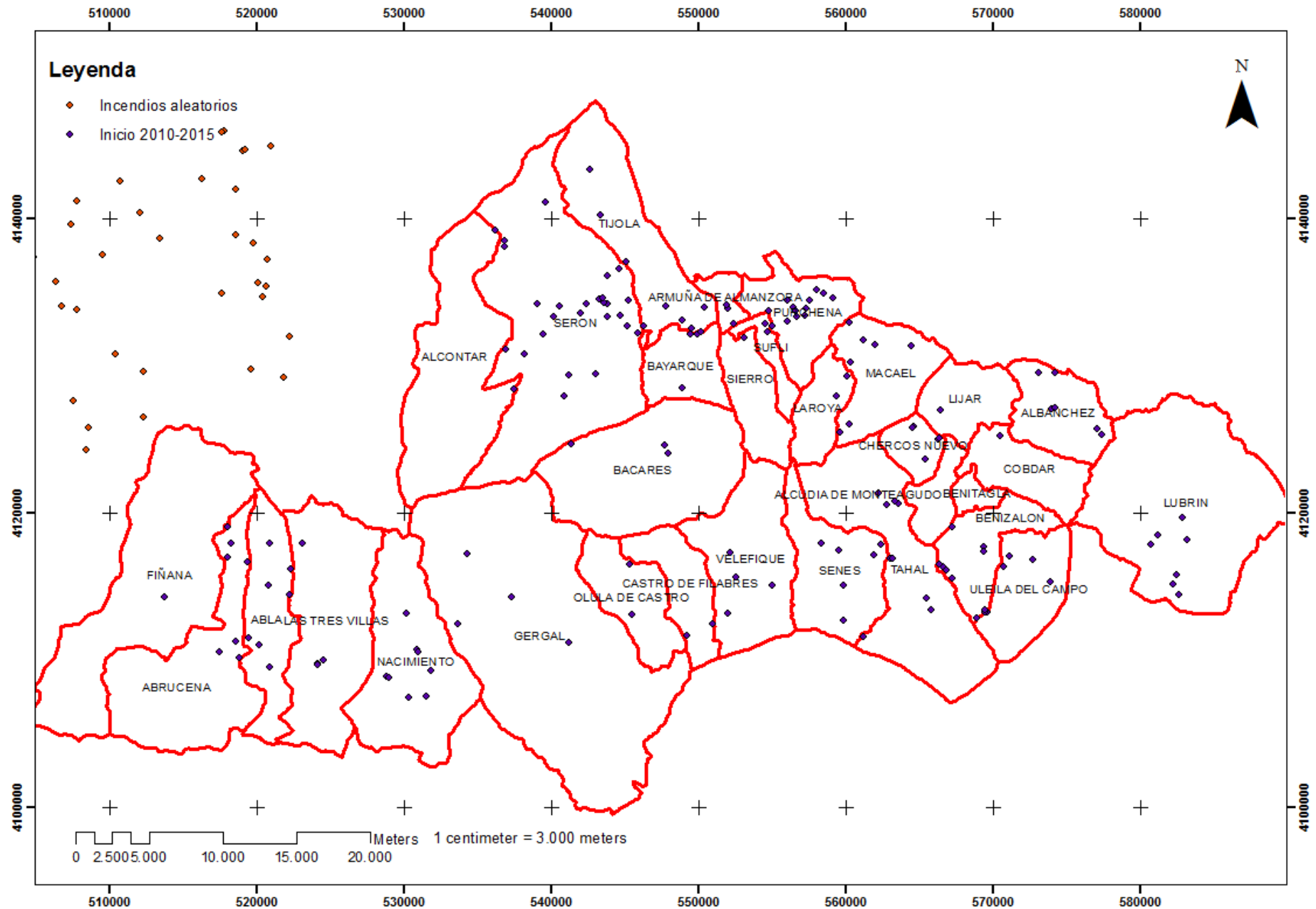


Figura 30. En azul los puntos de inicio de incendios forestales ocurridos en el periodo 2010-2015. En naranja los puntos de inicio generados aleatoriamente para las simulaciones.

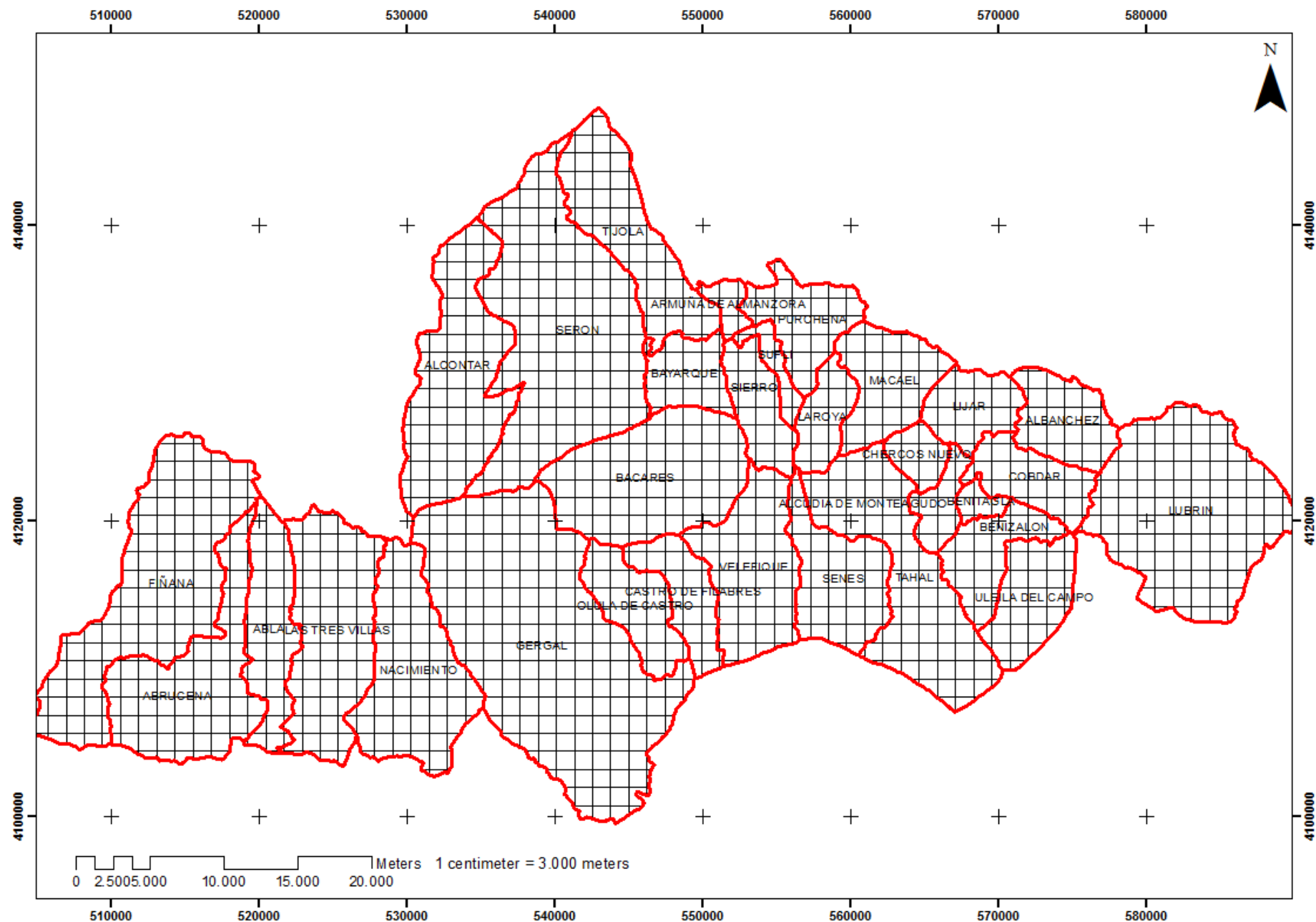


Figura 31. Celdas de estudio. Fuente: elaboración propia.

Anejo VI

Figuras - Resultados

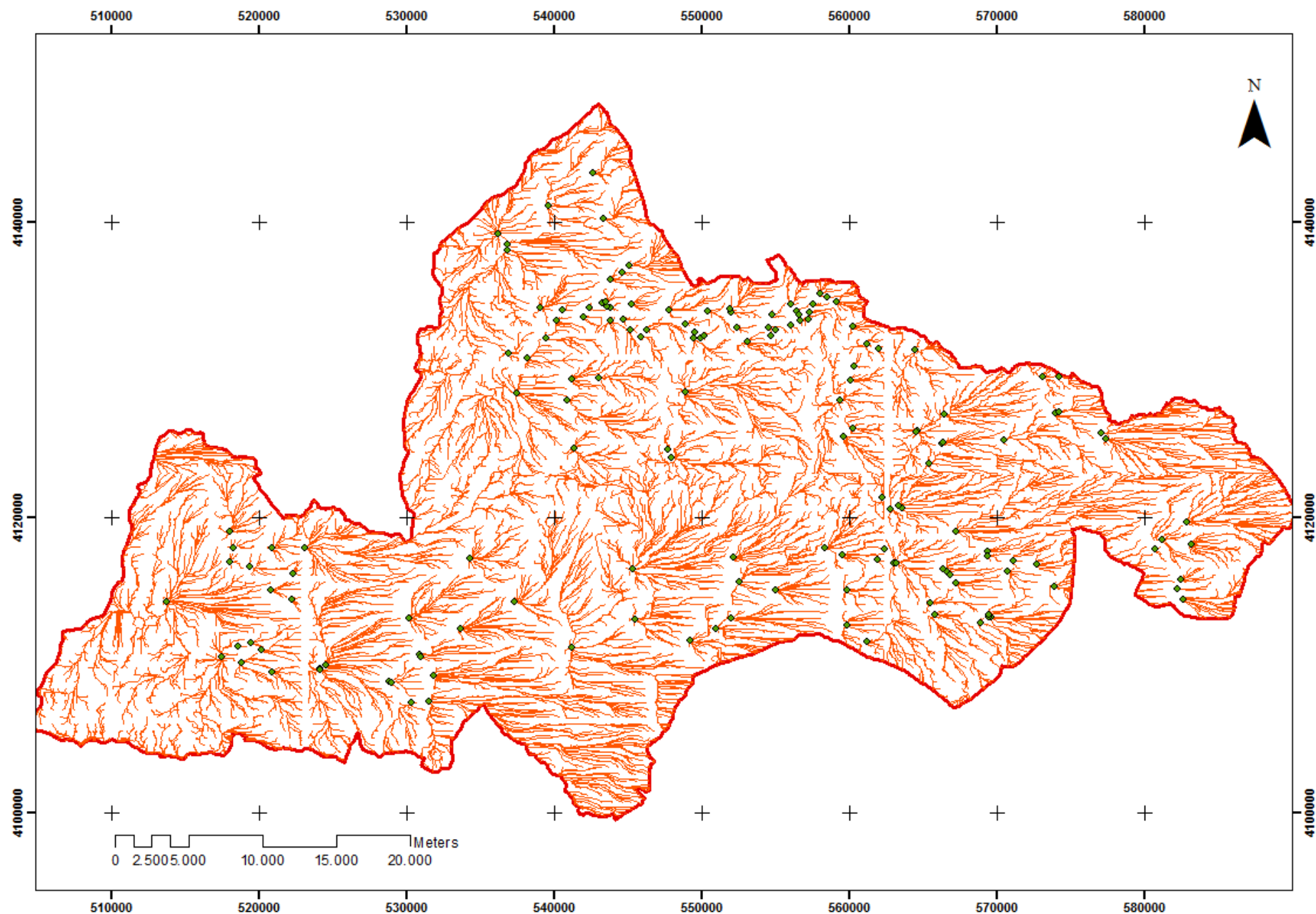


Figura 32. Sendas de fuego simuladas mediante el software FlamMap para los puntos de inicio del histórico de incendios. Fuente: elaboración propia.

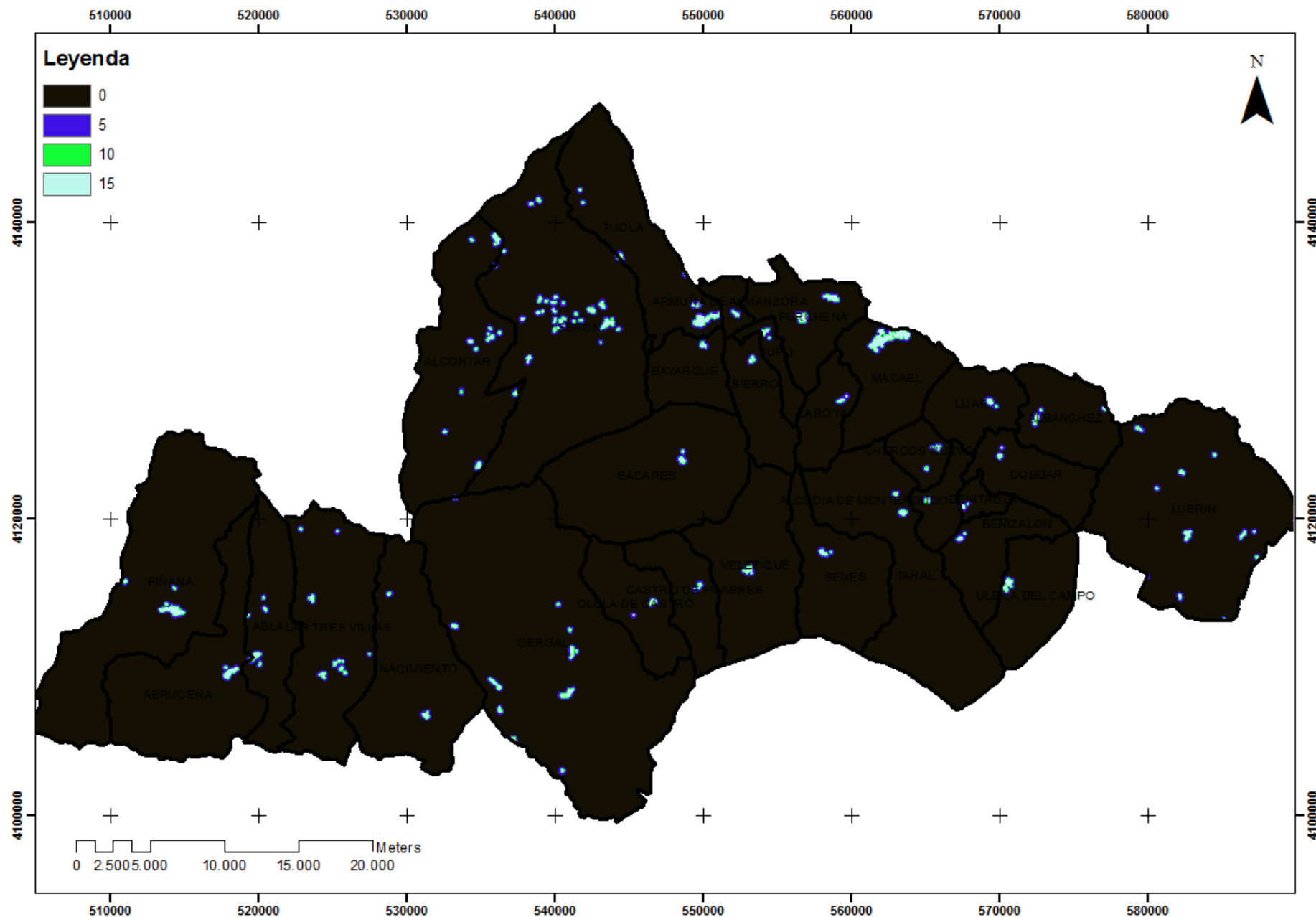


Figura 33. Riesgo potencial debido a la existencia de poblaciones humanas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

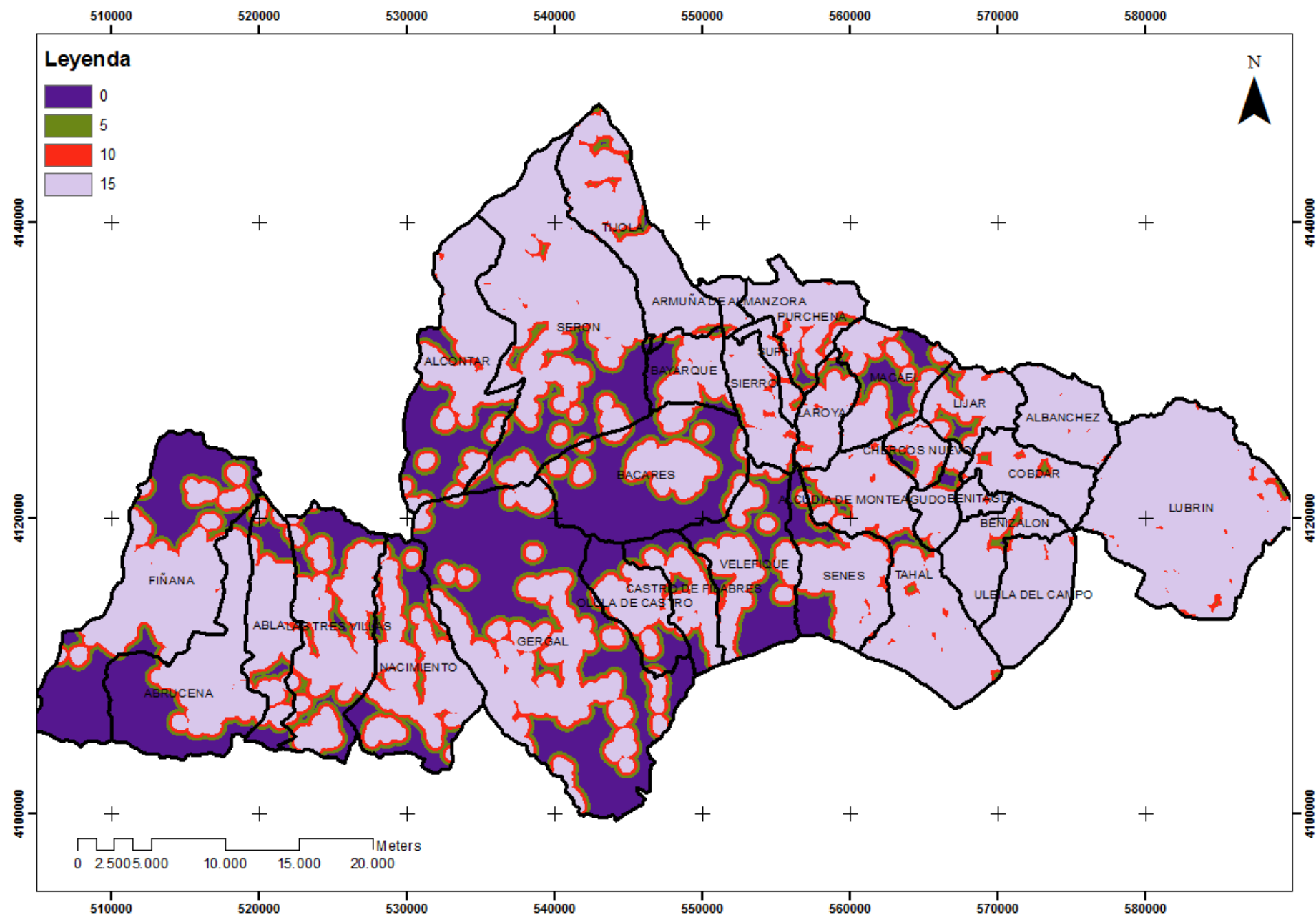


Figura 34. Riesgo potencial debido a la existencia de actuaciones agrícolas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

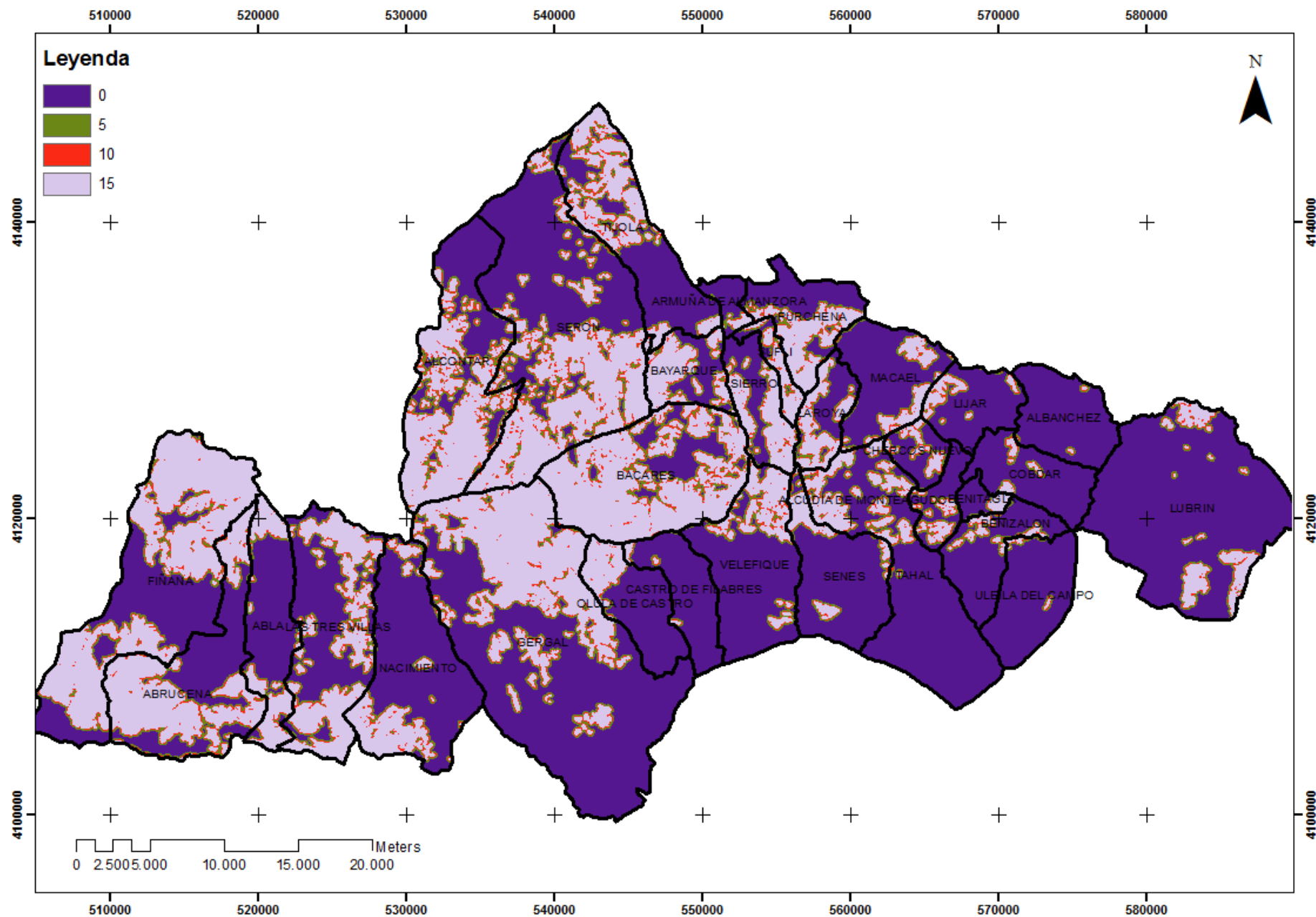


Figura 35. Riesgo potencial debido a la existencia de actuaciones forestales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

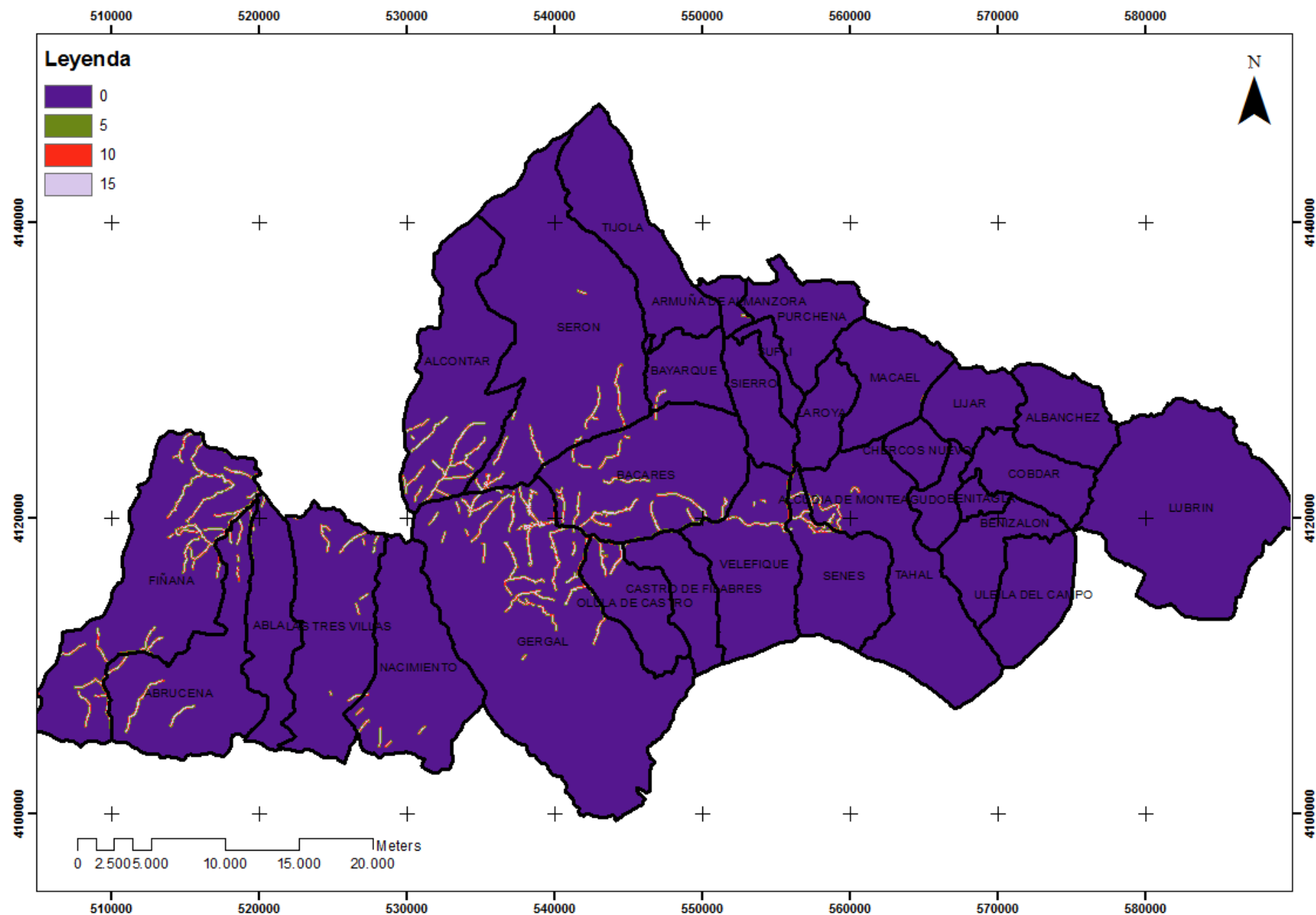


Figura 36. Riesgo potencial debido a la realización de trabajos preventivos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

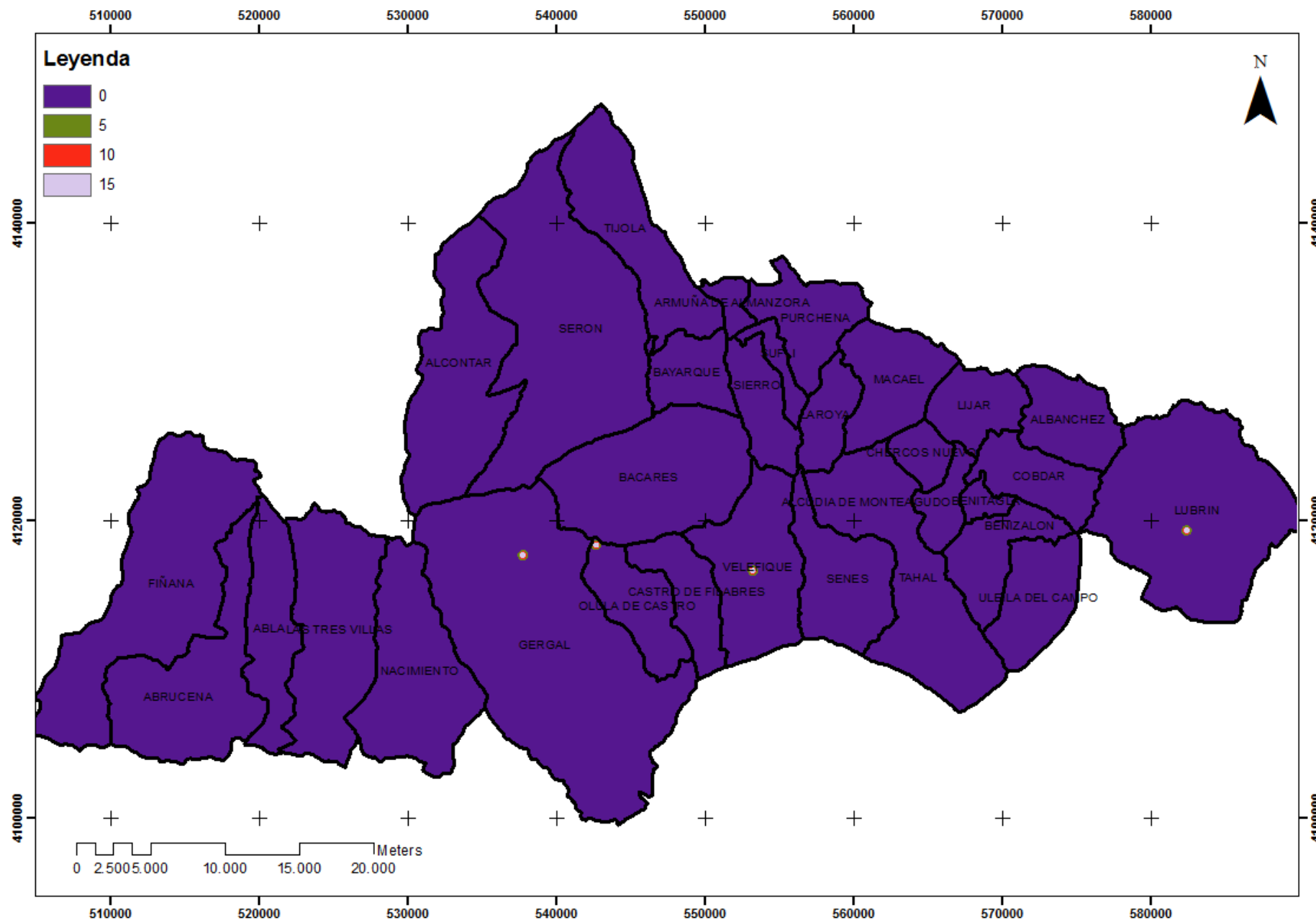
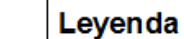


Figura 37. Riesgo potencial debido a la afluencia a zonas recreativas en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.



Máster
FUEGO

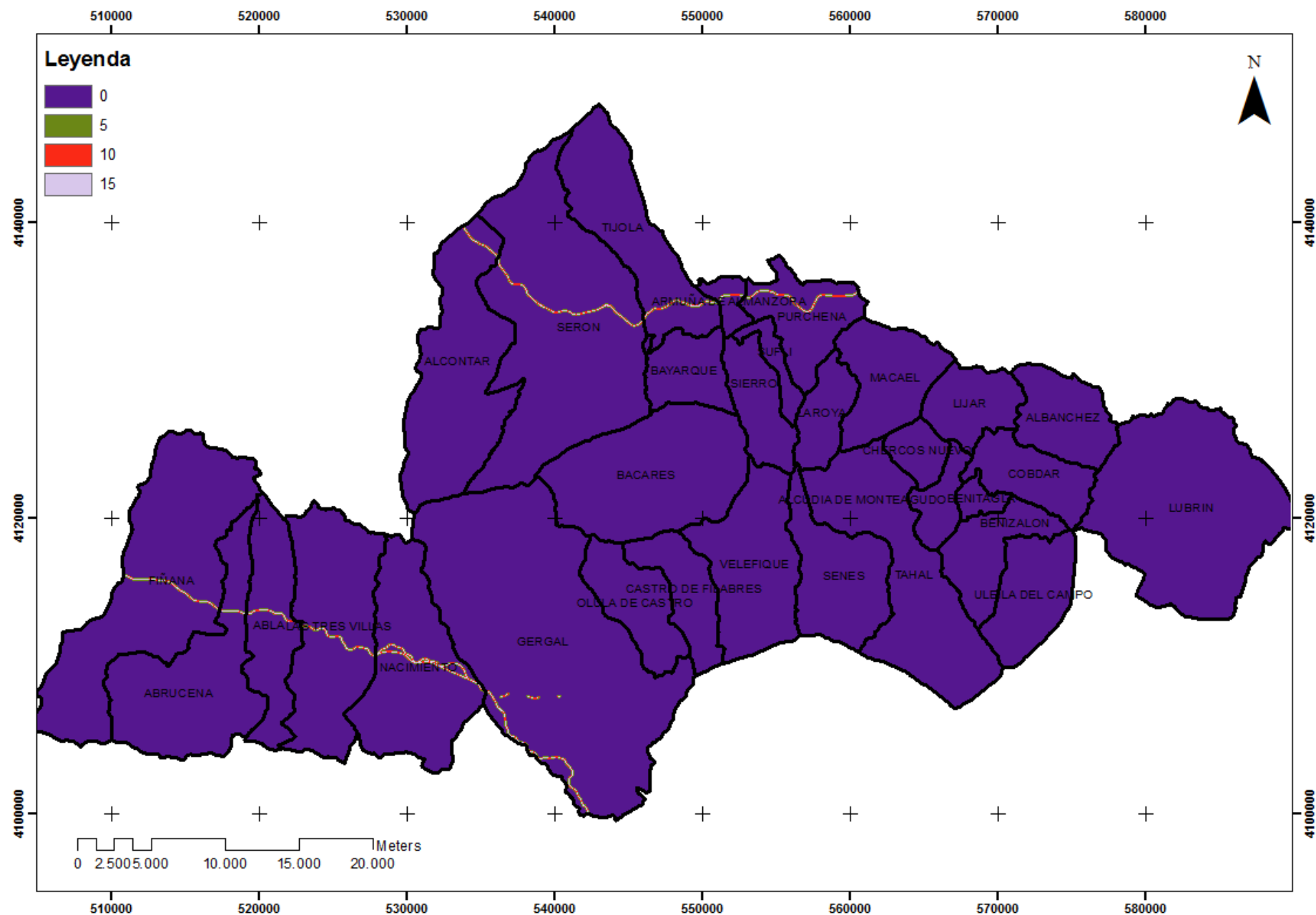
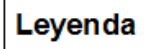
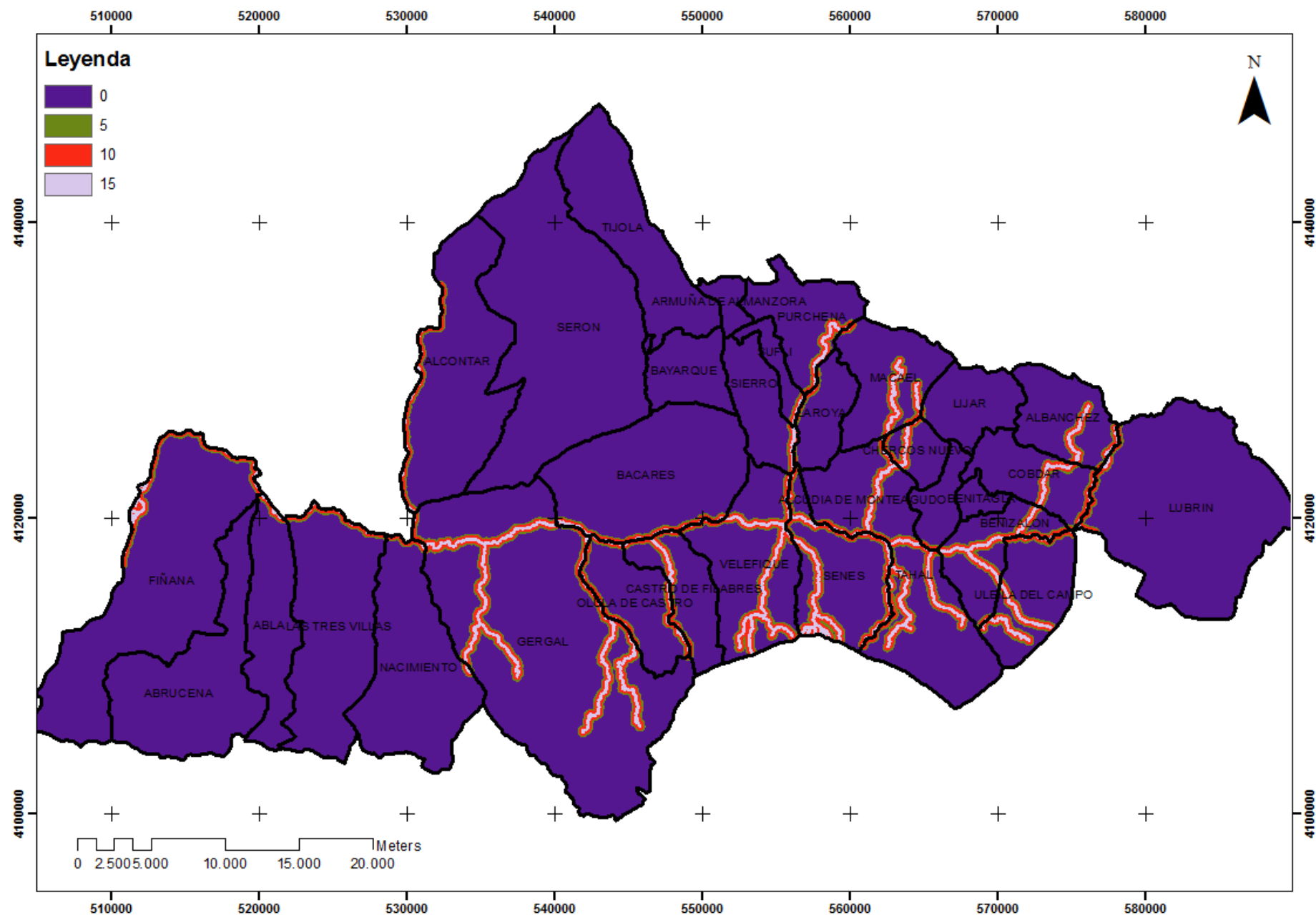


Figura 40. Riesgo potencial debido a la circulación ferroviaria en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.



Máster
FUEG



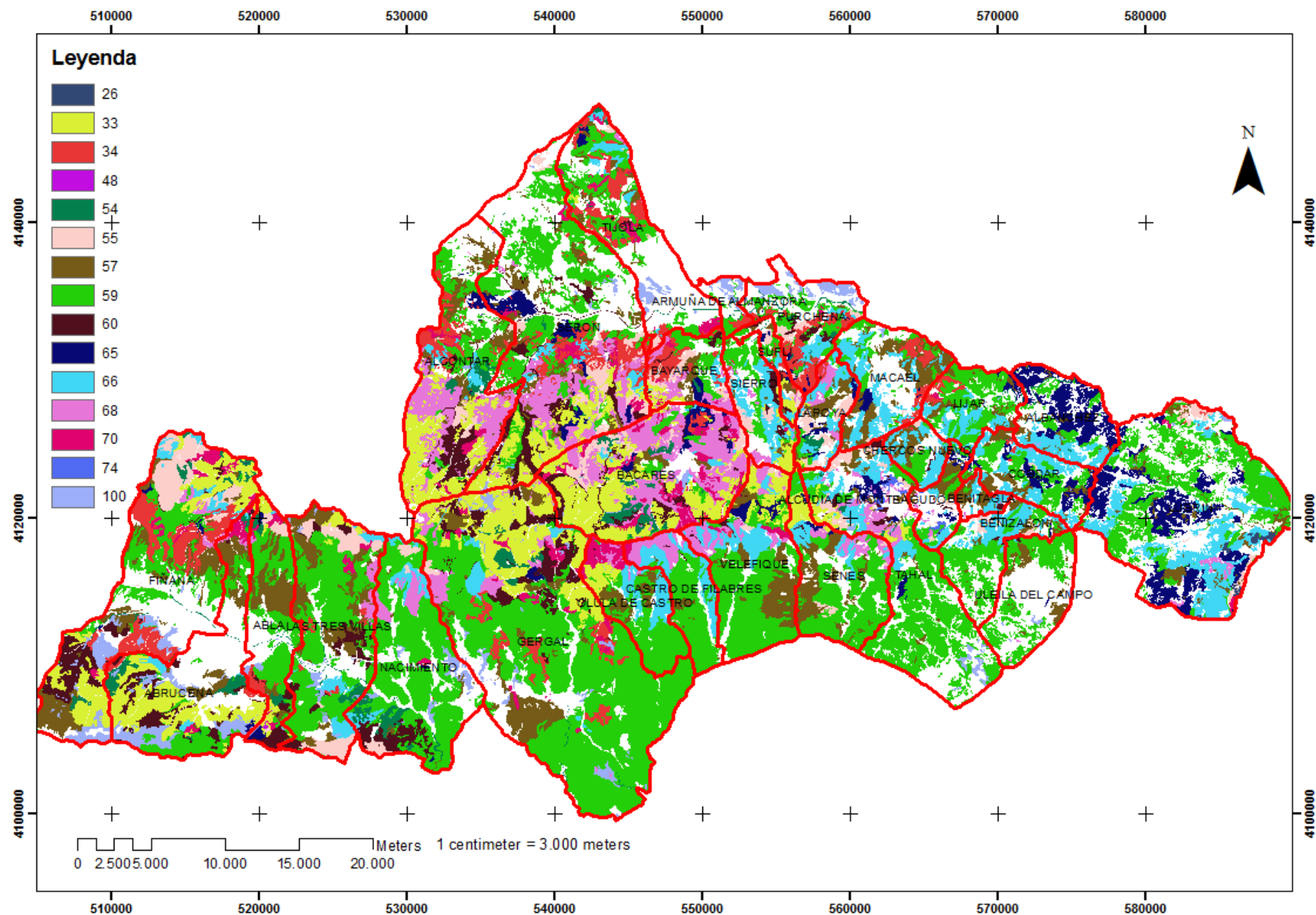


Figura 44. Coeficiente de Ignición (%). Fuente: elaboración propia.

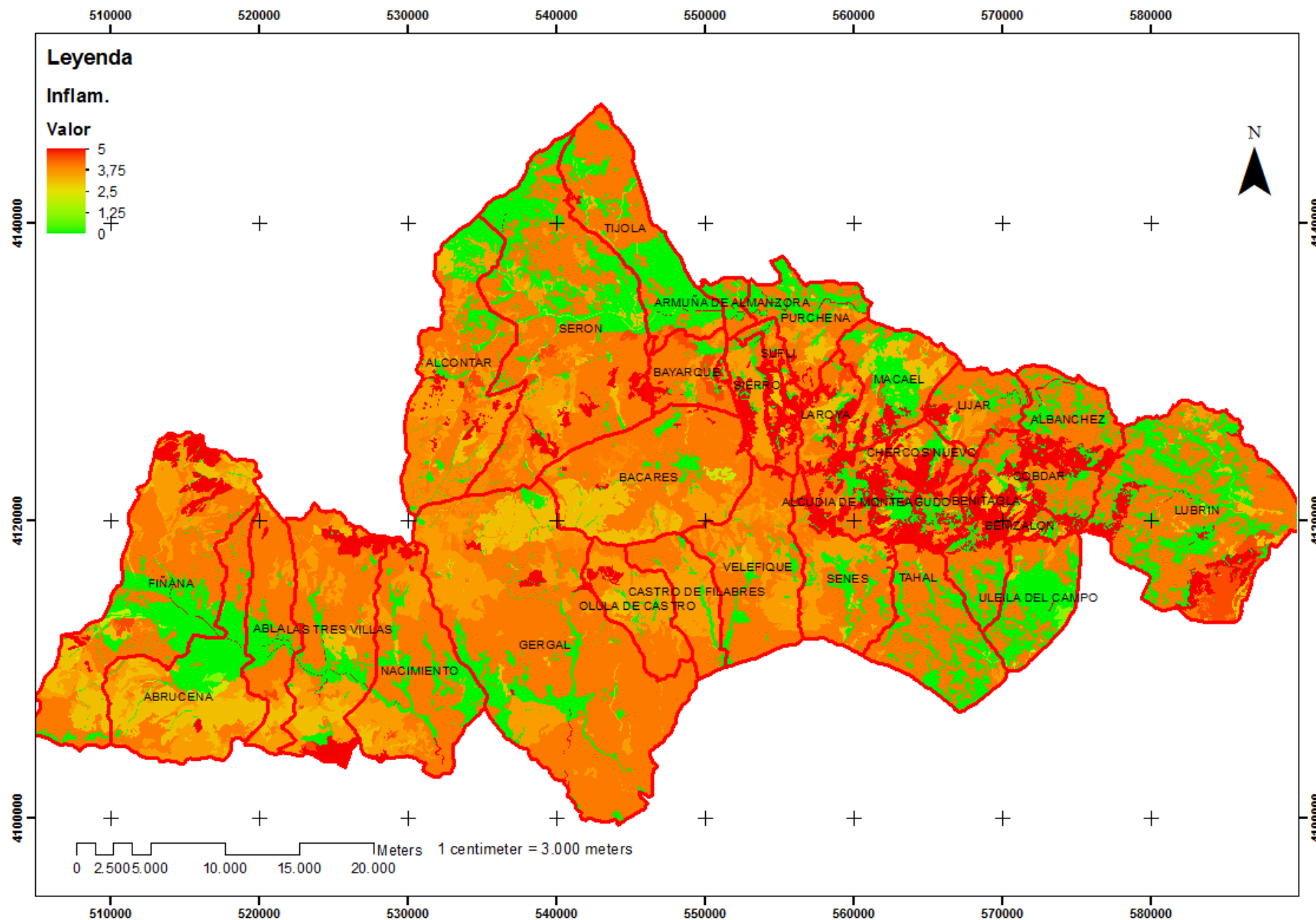


Figura 45. Valor de la inflamabilidad de las manchas de combustible en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

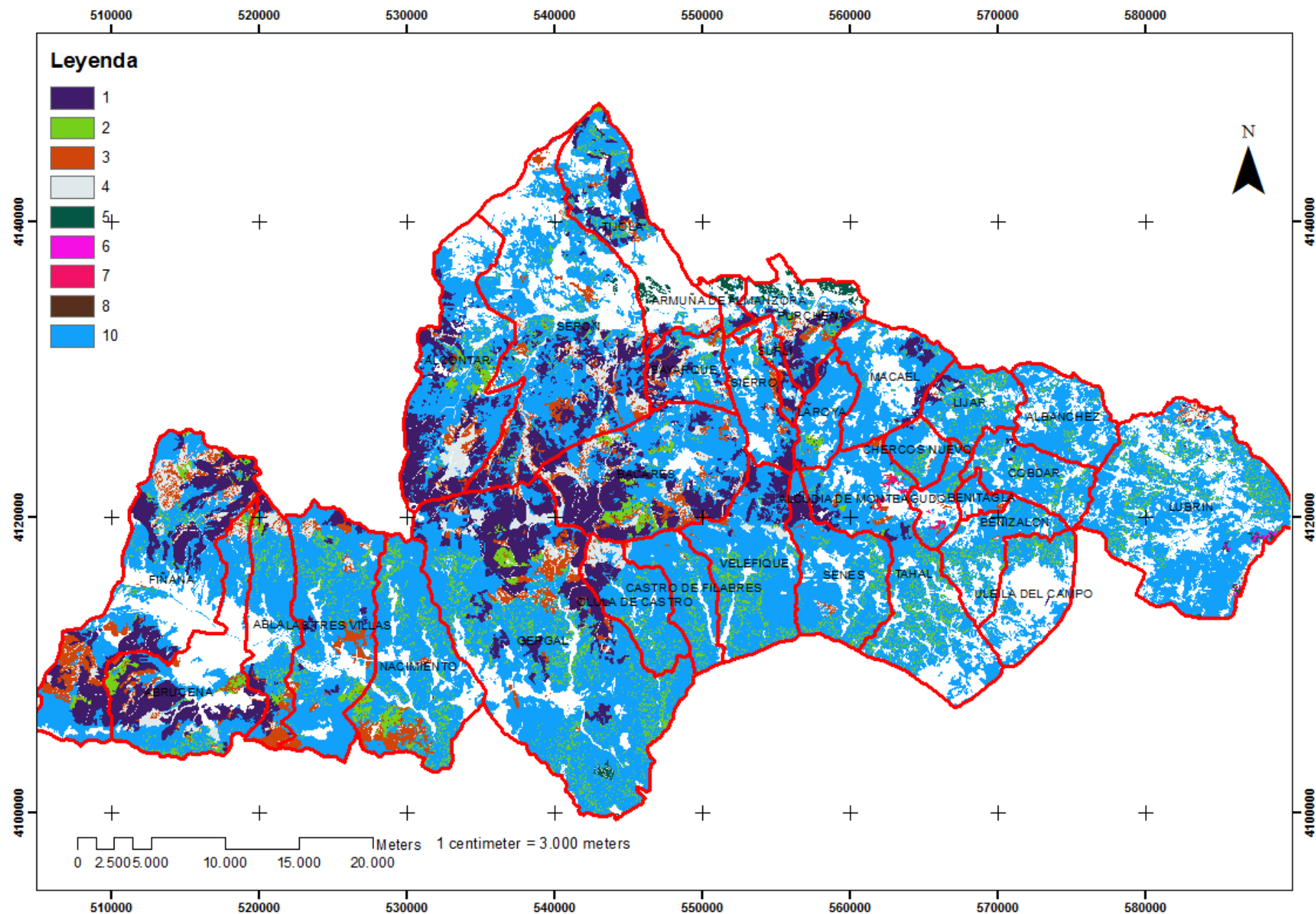


Figura 46. Valor del Subíndice de Comportamiento Dinámico a escala de píxel. Fuente: elaboración propia.

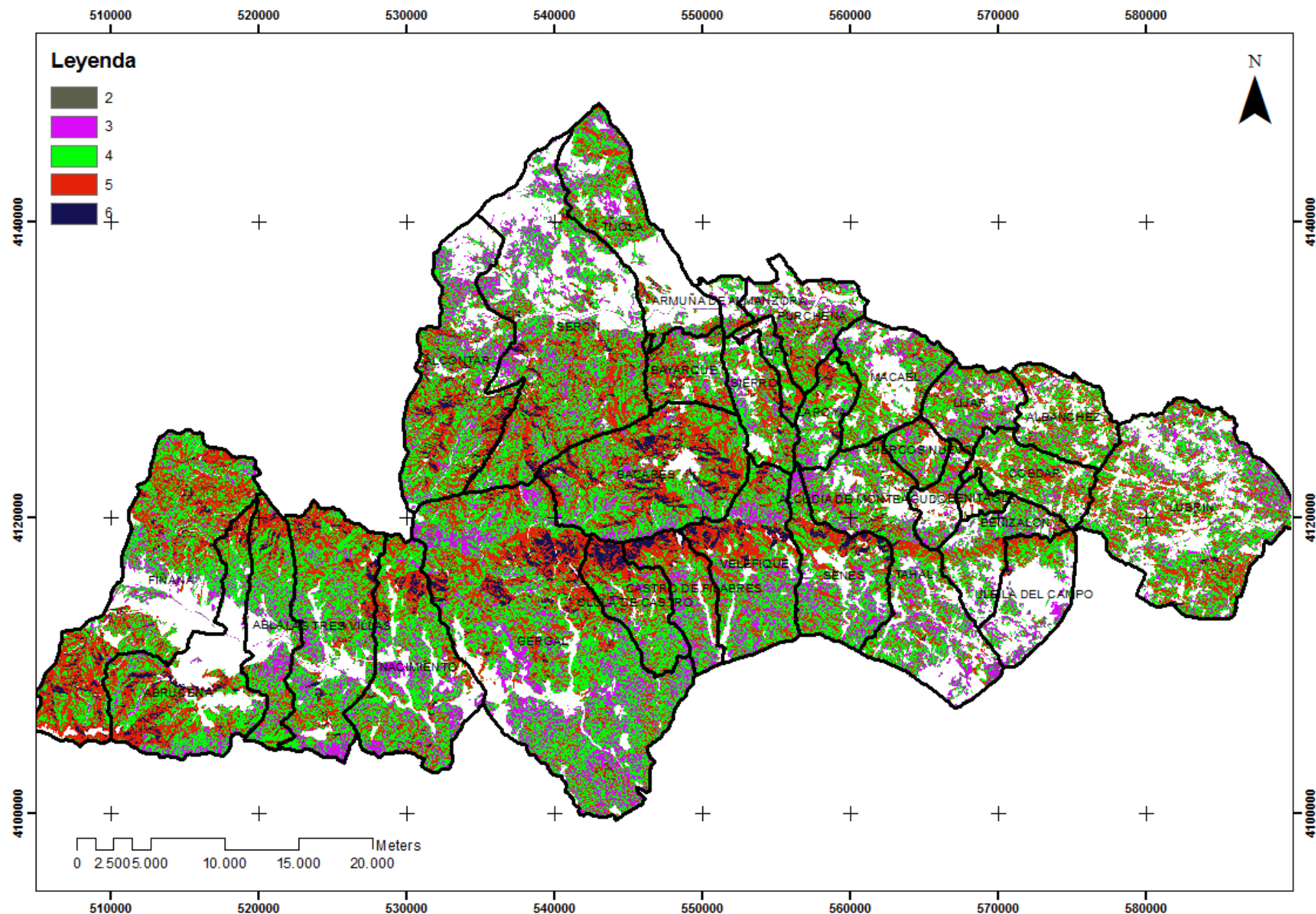


Figura 48. Subíndice de Penetrabilidad a nivel de píxel. Fuente: elaboración propia.

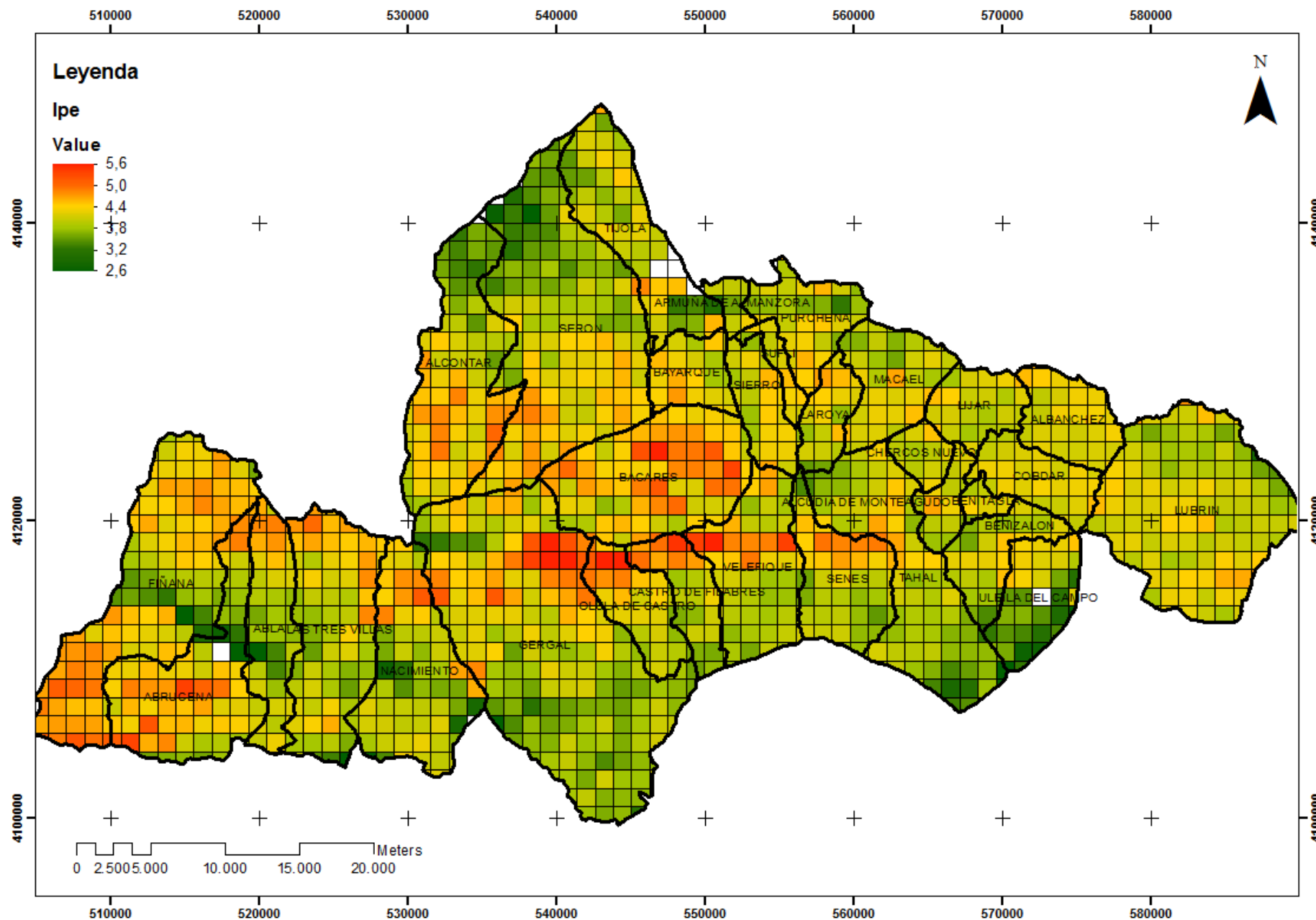


Figura 49. Subíndice de Penetrabilidad a nivel de celda. Fuente: elaboración propia.

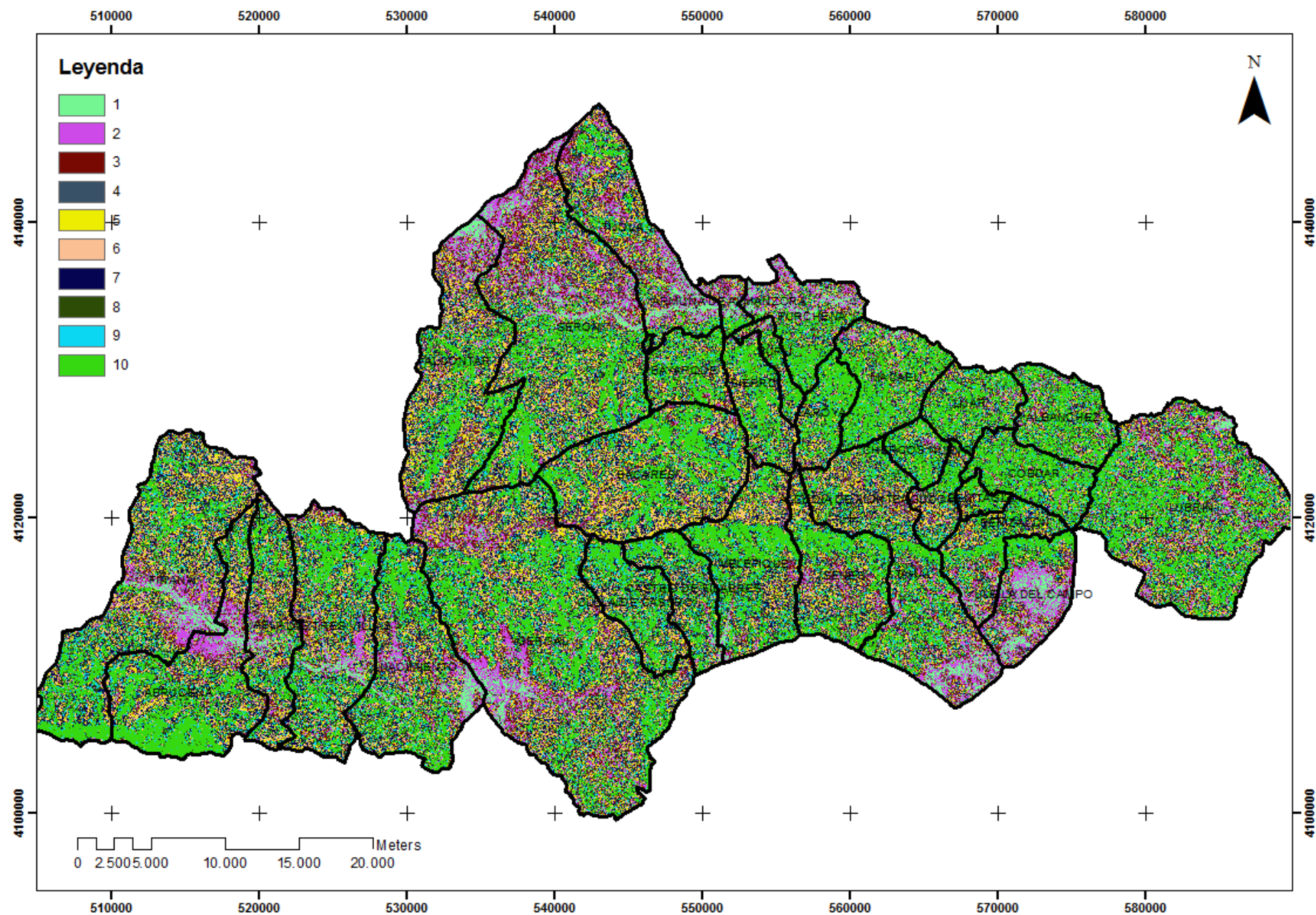


Figura 50. Factor s del Subíndice de Penetrabilidad debido a la pendiente. Fuente: elaboración propia.

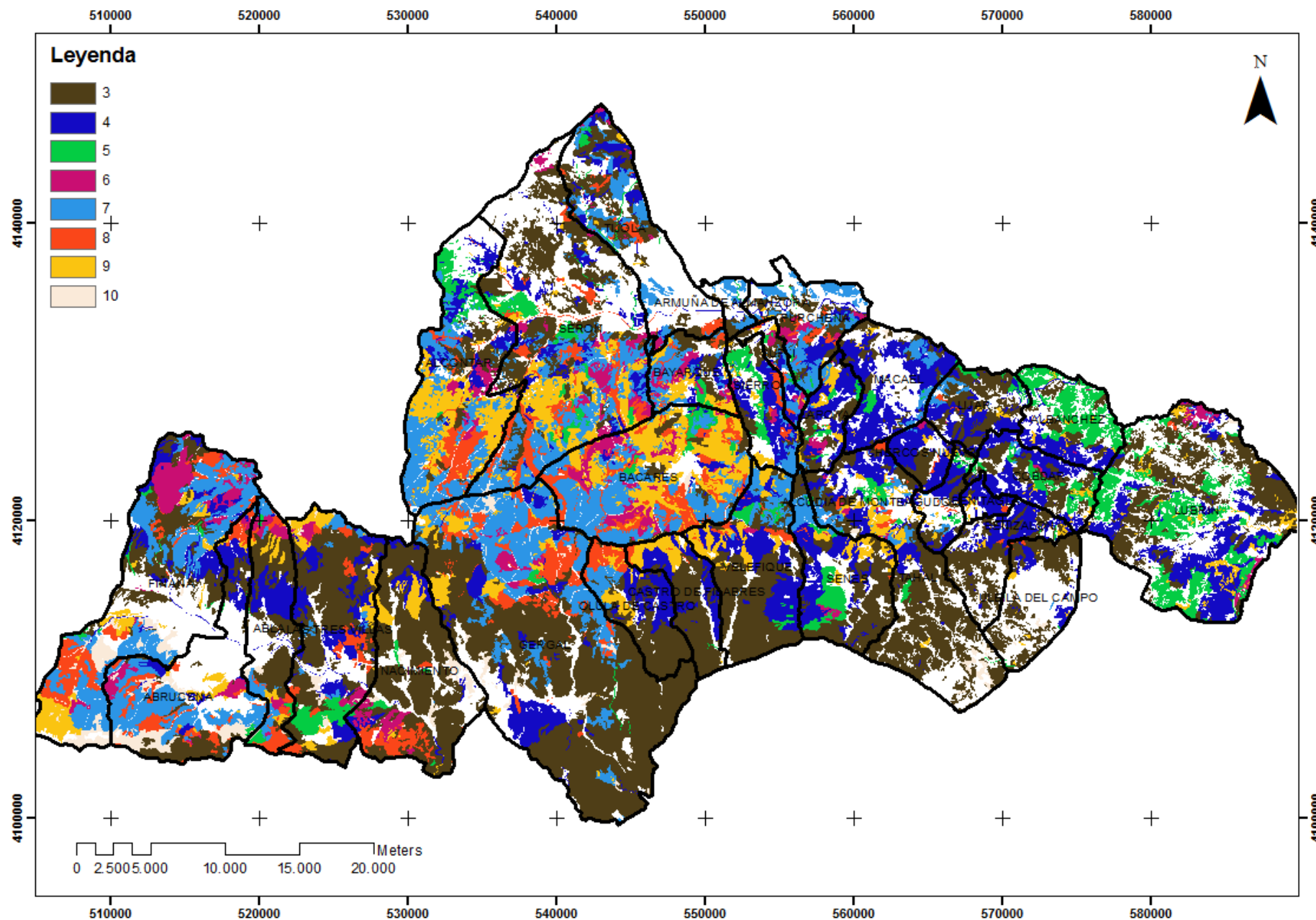


Figura 51. Factor d del Subíndice de Penetrabilidad debido al modelo de combustible. Fuente: elaboración propia.



Figura 52. Factor e del Subíndice de Penetrabilidad debido a la exposición. Fuente: elaboración propia.

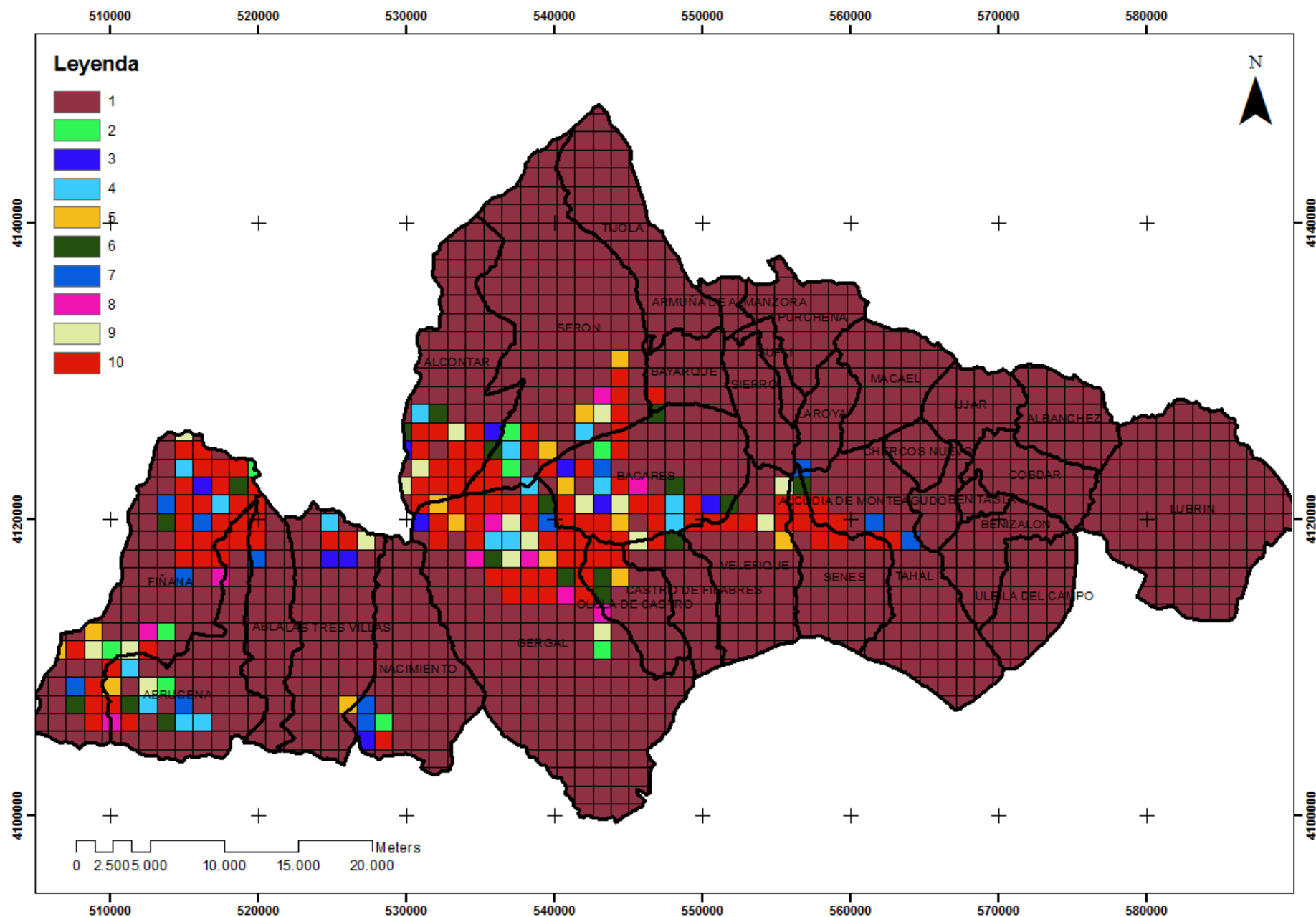


Figura 53. Valor del Subíndice de Movilidad dentro de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

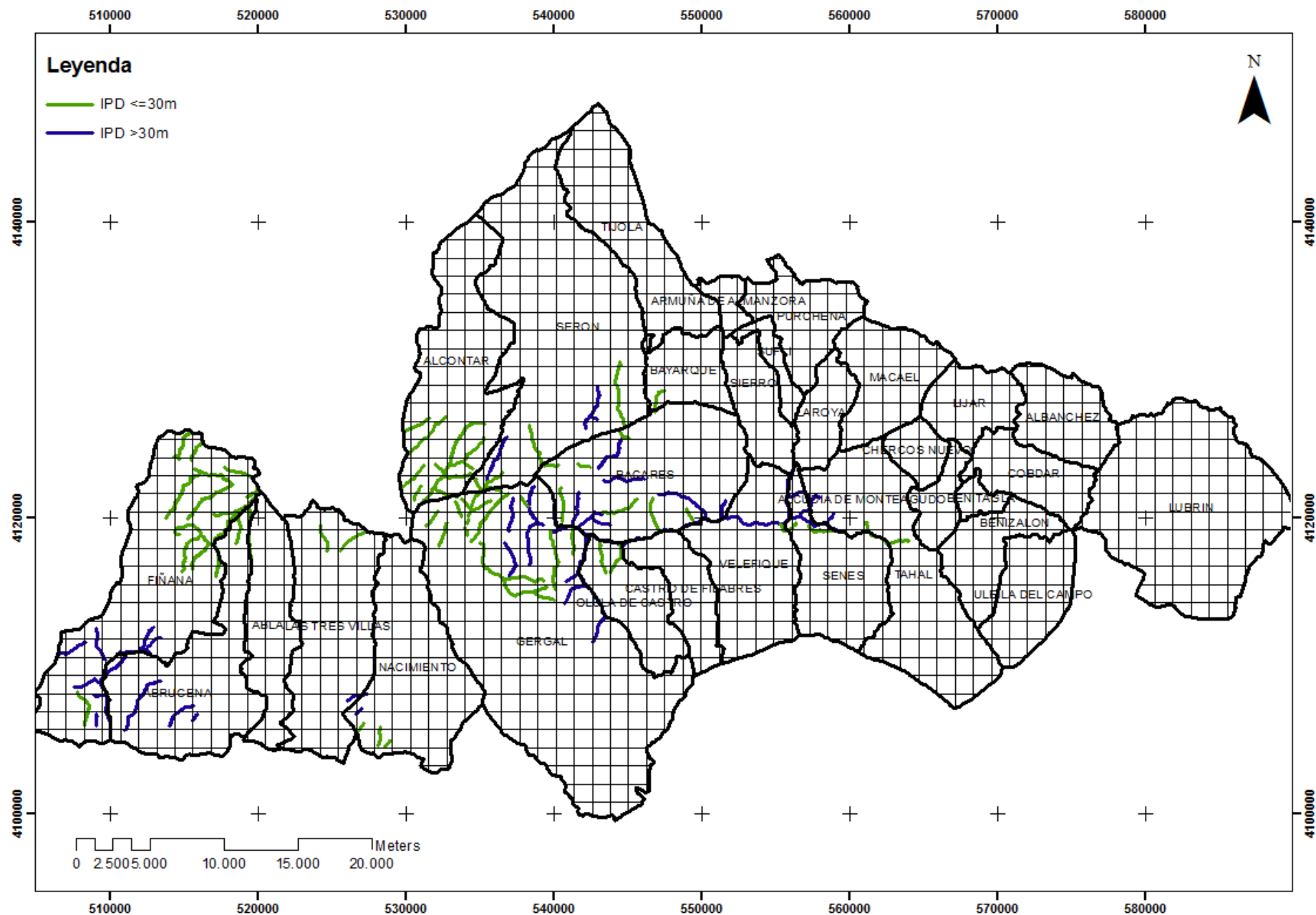


Figura 54. Localización de los distintos tipos de IPD en la zona de estudio. Fuente: COP de Almería.

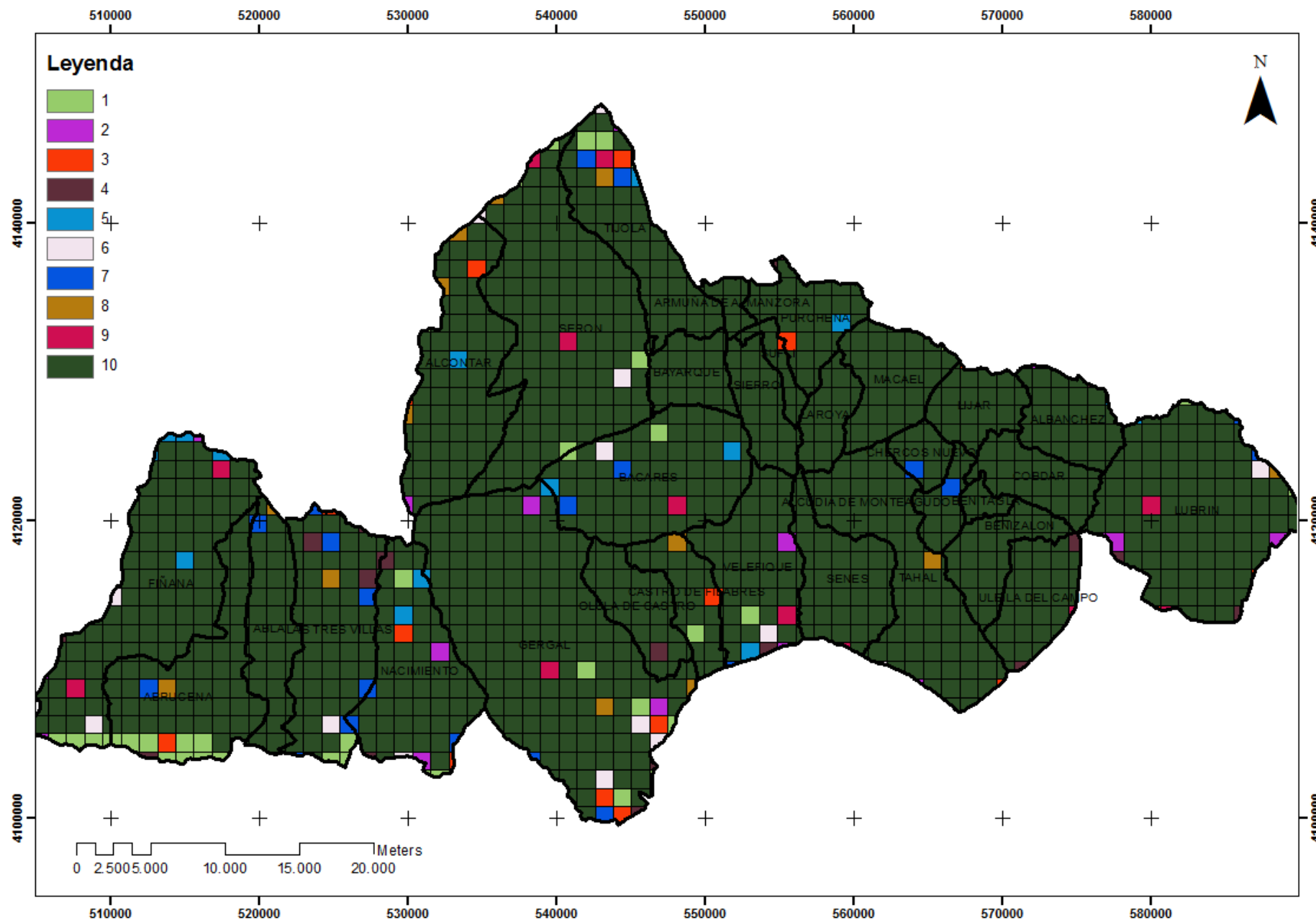


Figura 55. Subíndice de Accesibilidad a nivel de celda. Fuente: elaboración propia



Figura 56. Densidad de los distintos tipos de viales. Ponderación según Diputació de Barcelona. Fuente: elaboración propia.

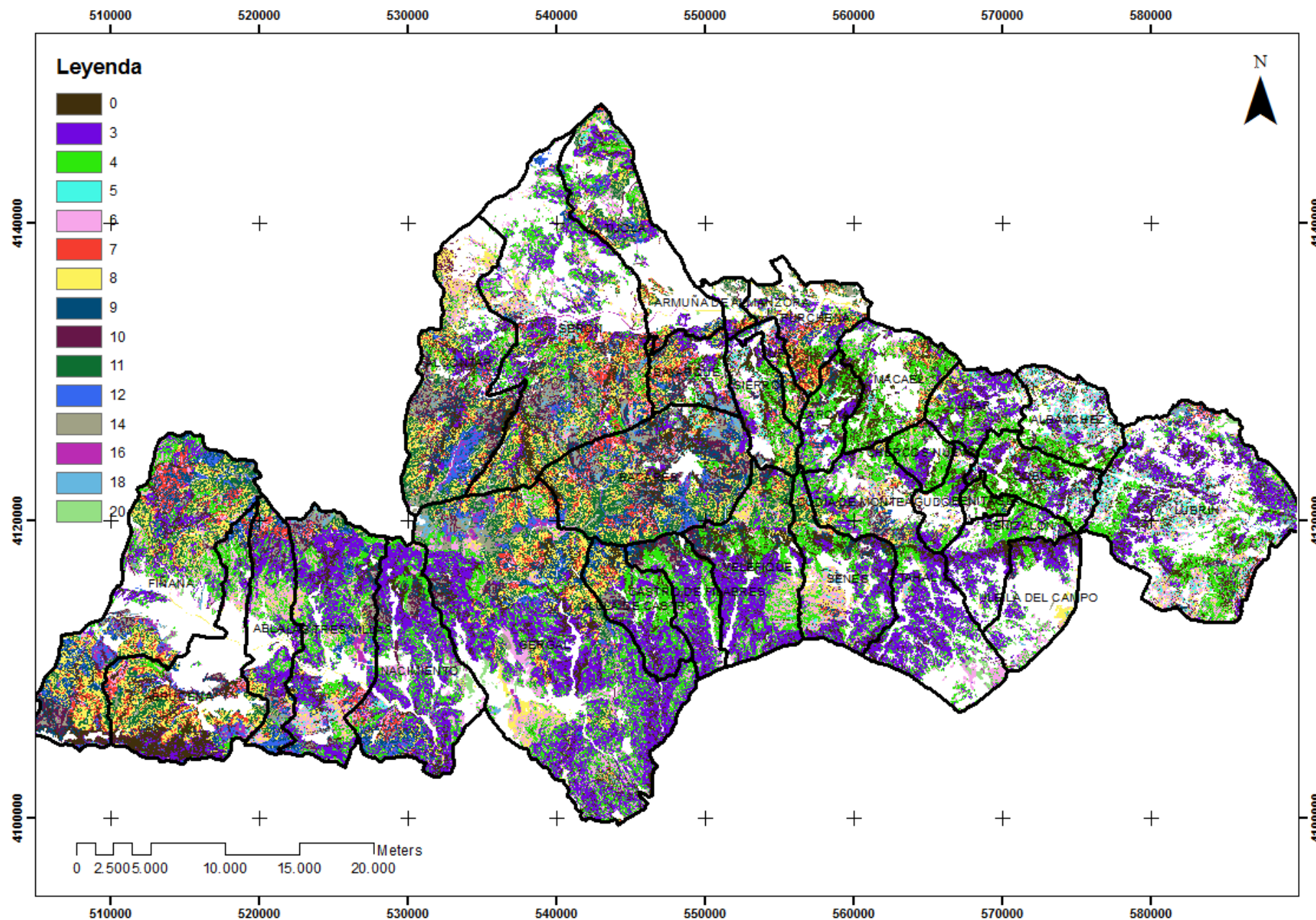


Figura 57. Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa a nivel de píxel. Fuente: elaboración propia.

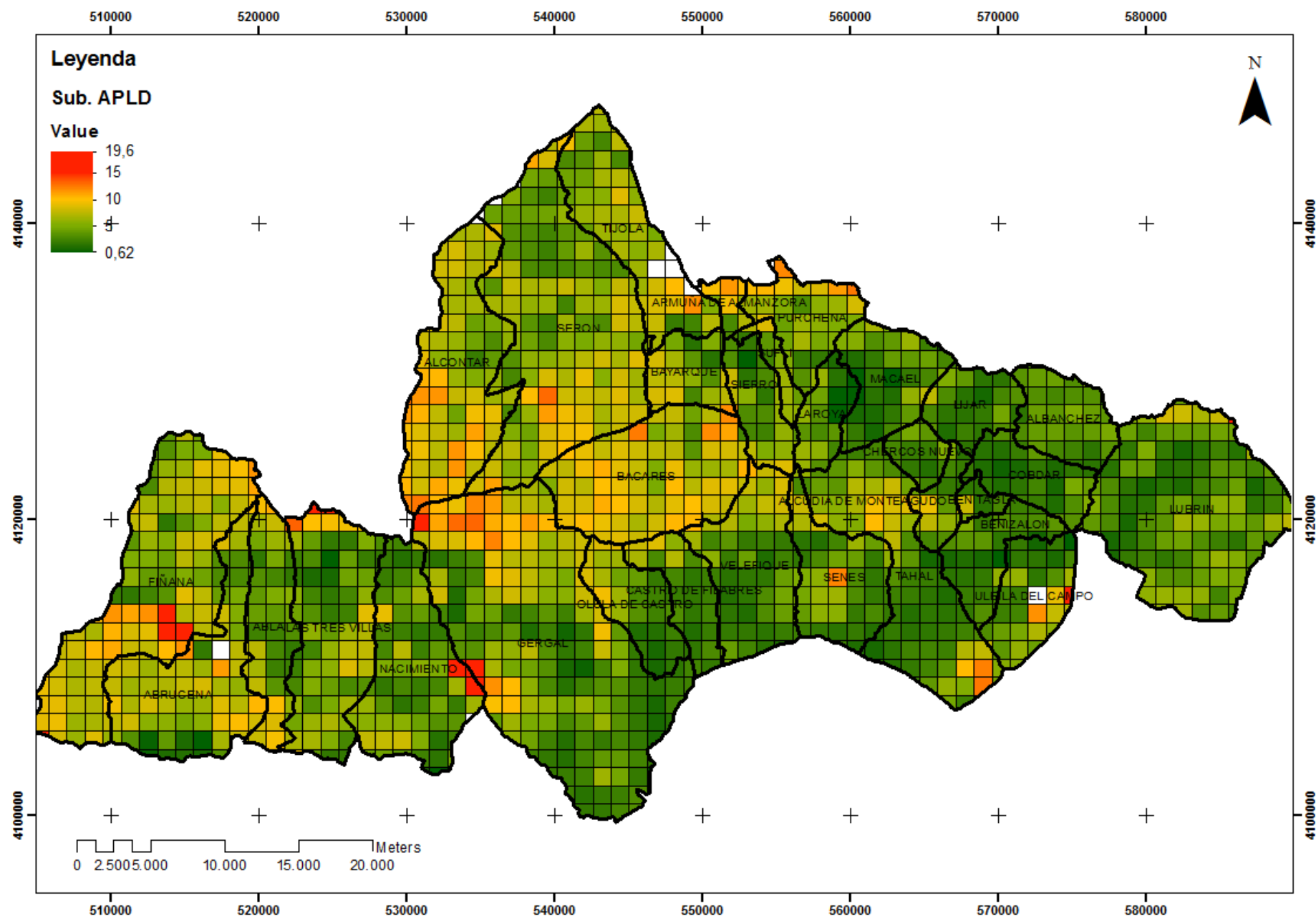


Figura 58. Subíndice de Apertura de Líneas de Defensa a nivel de celda. Fuente: elaboración propia.



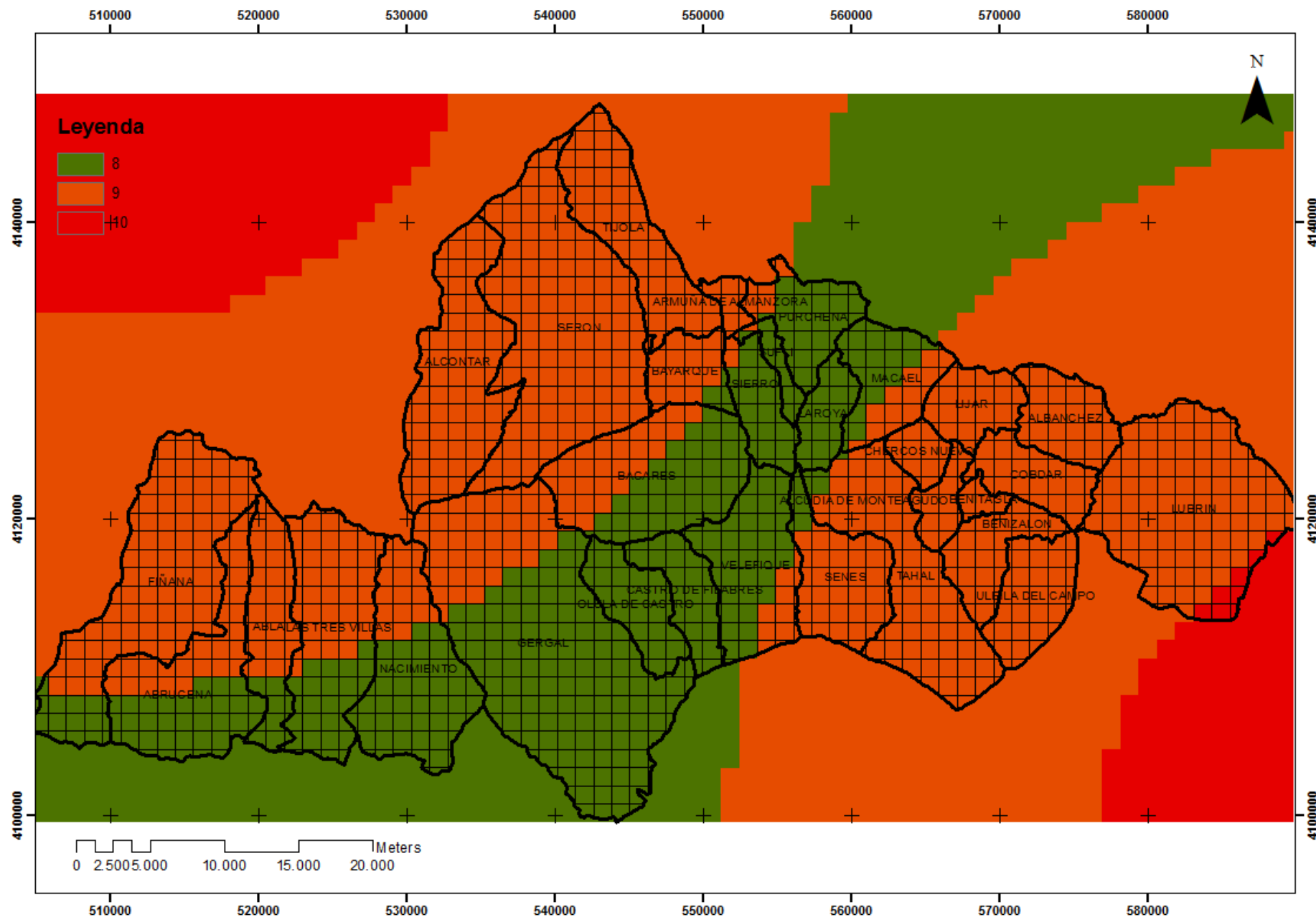


Figura 61. Peso de los aviones anfibios (serie CL de la casa Canadair de la unidad 43 del ejército del aire) para la zona de estudio. Desciende hacia levante por la cercanía al mar y hacia poniente por la cercanía al embalse del Negratín. Fuente: elaboración propia.



Figura 62. Peso de los Aviones de Carga en Tierra para la zona de estudio. Aumenta a partir de la posición de la pista INFOCA en Géggal.

Fuente: elaboración propia.

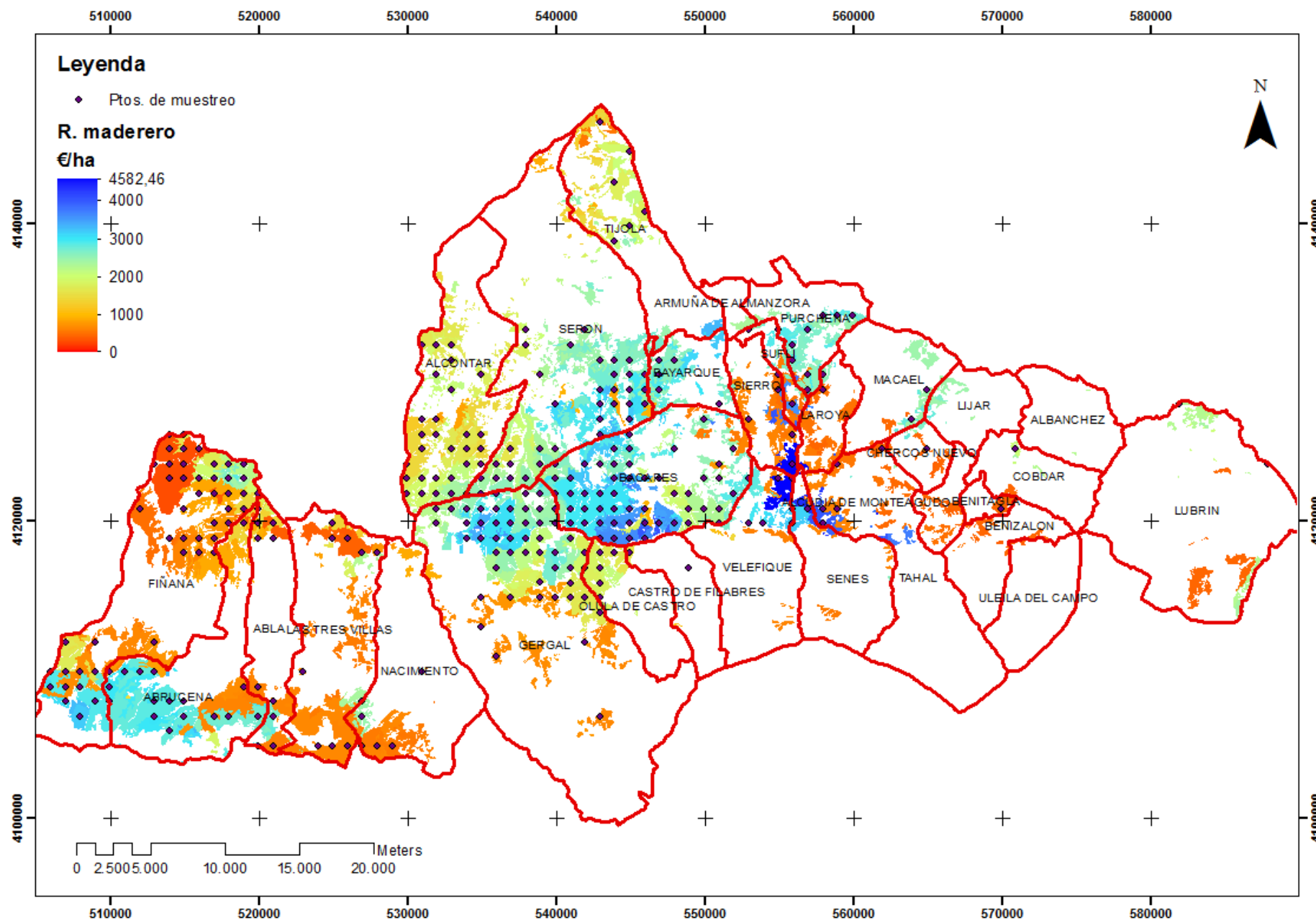


Figura 63. Impacto económico esperado sobre el recurso maderero en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

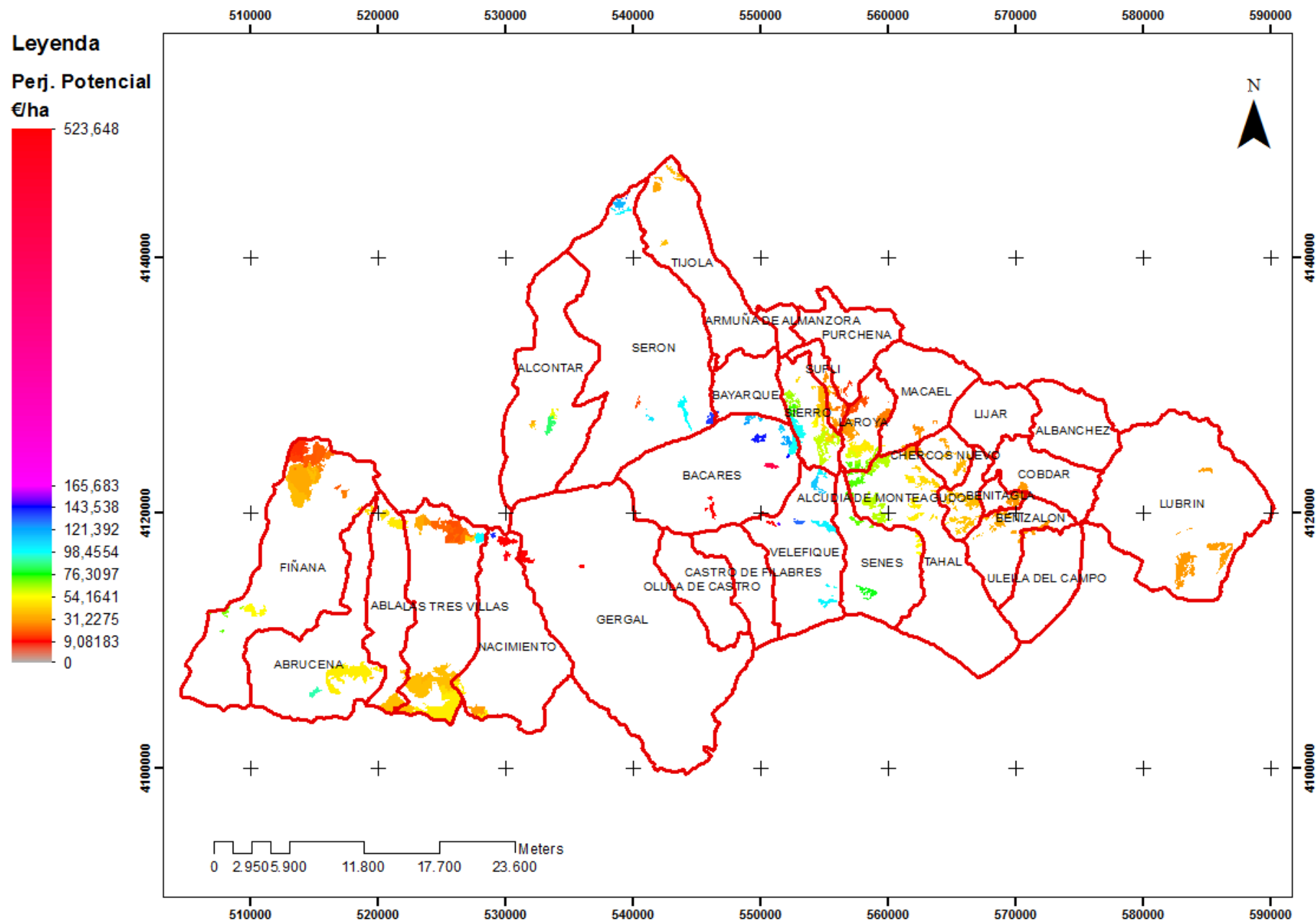


Figura 64. Perjuicio potencial del fuego sobre el recurso leñas. Fuente: elaboración propia.

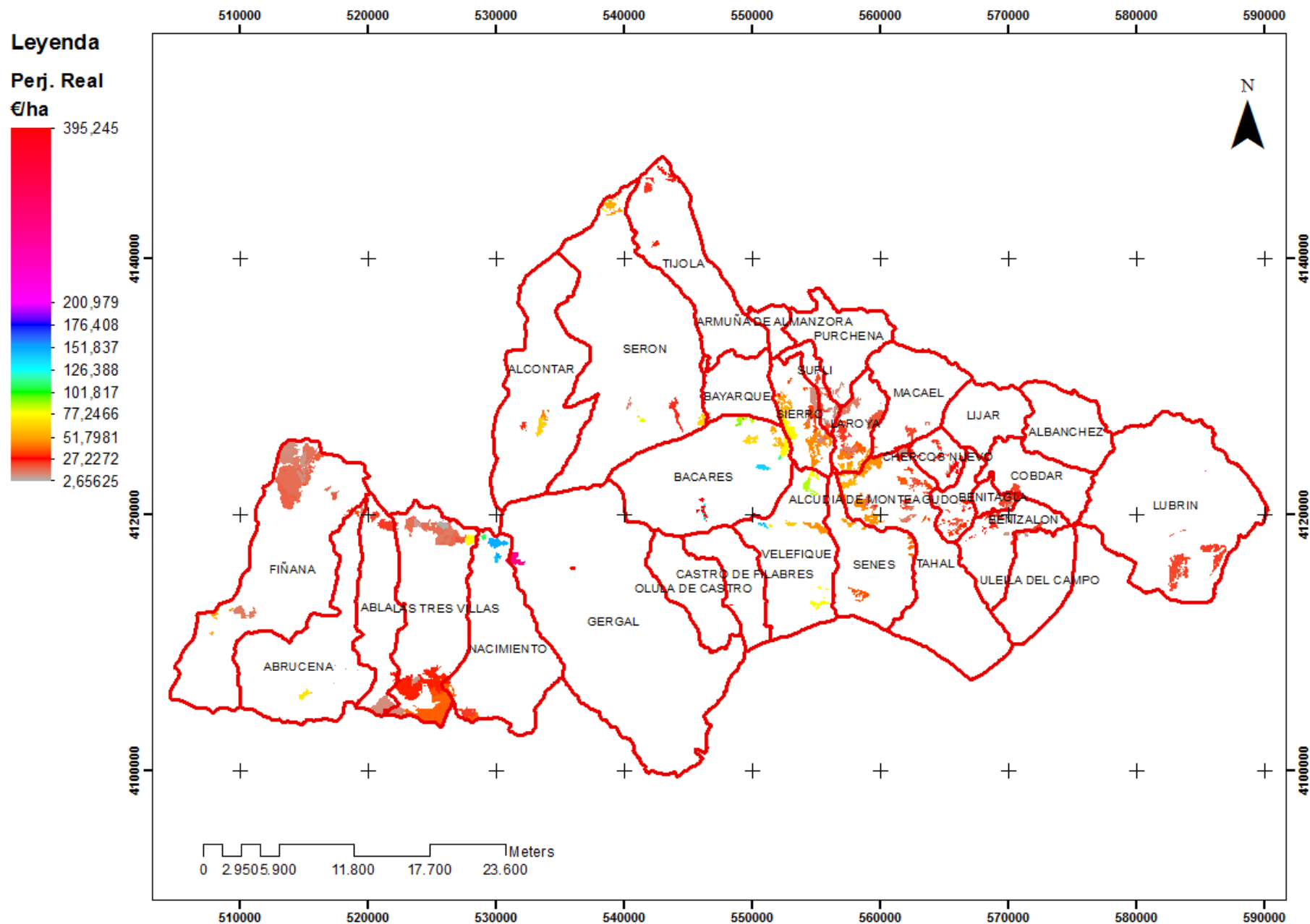


Figura 65. Perjuicio real esperado del fuego sobre el recurso leñas. Fuente: elaboración propia.

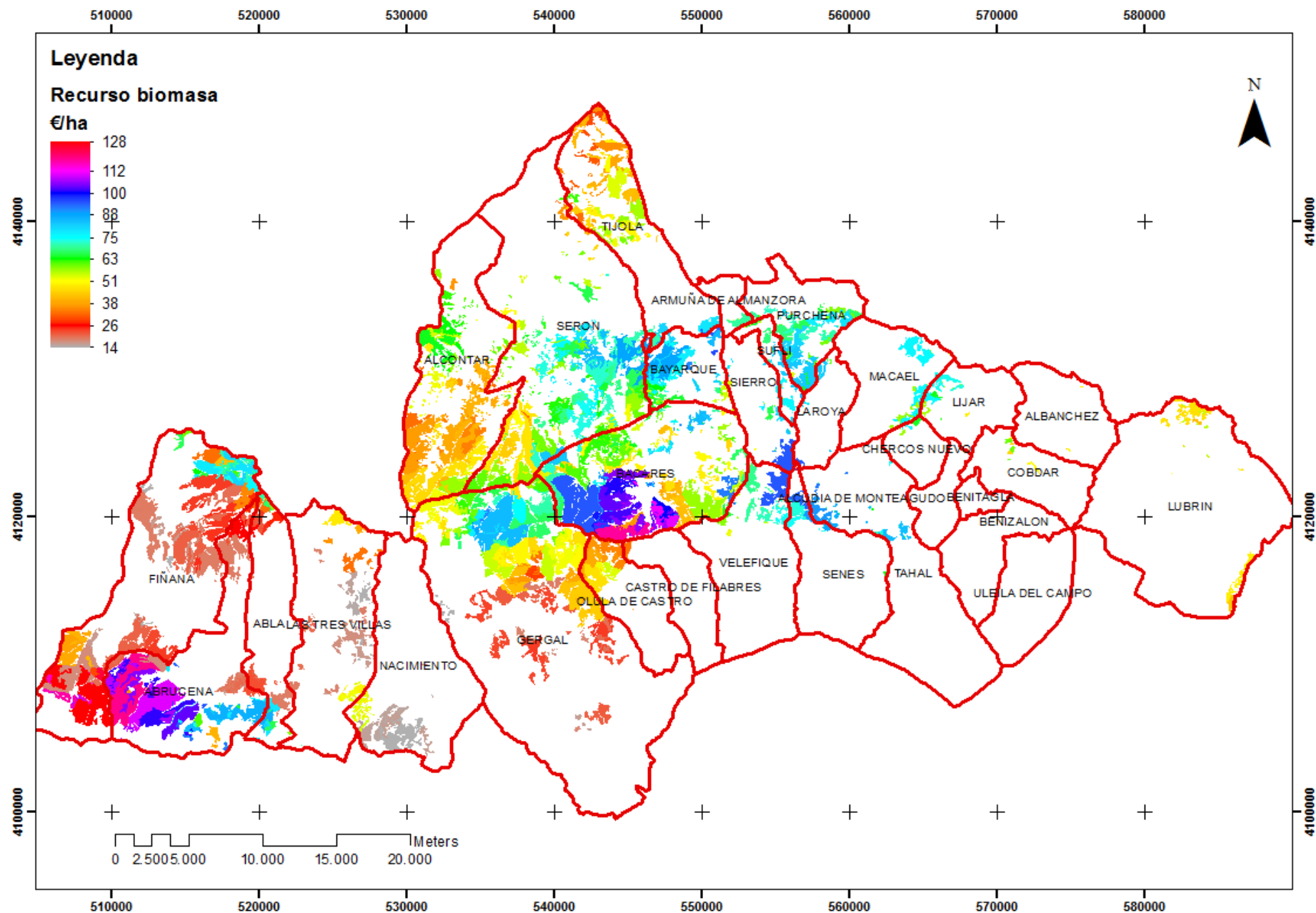


Figura 66. Perjuicio potencial del recurso biomasa ante el paso de un frente de llamas. Fuente: elaboración propia.

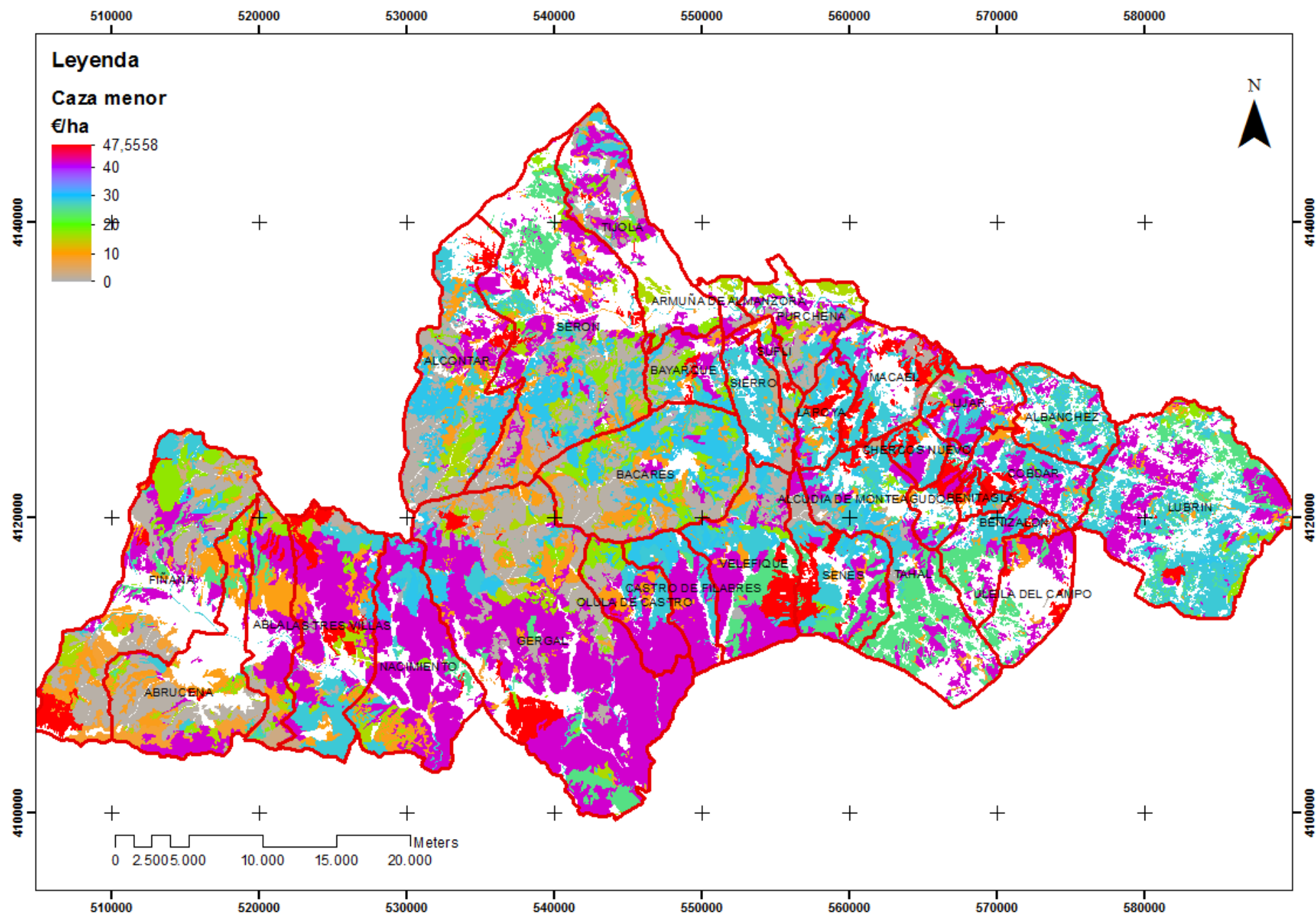


Figura 68. Impacto real esperado sobre el recurso cinegético de caza menor en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.

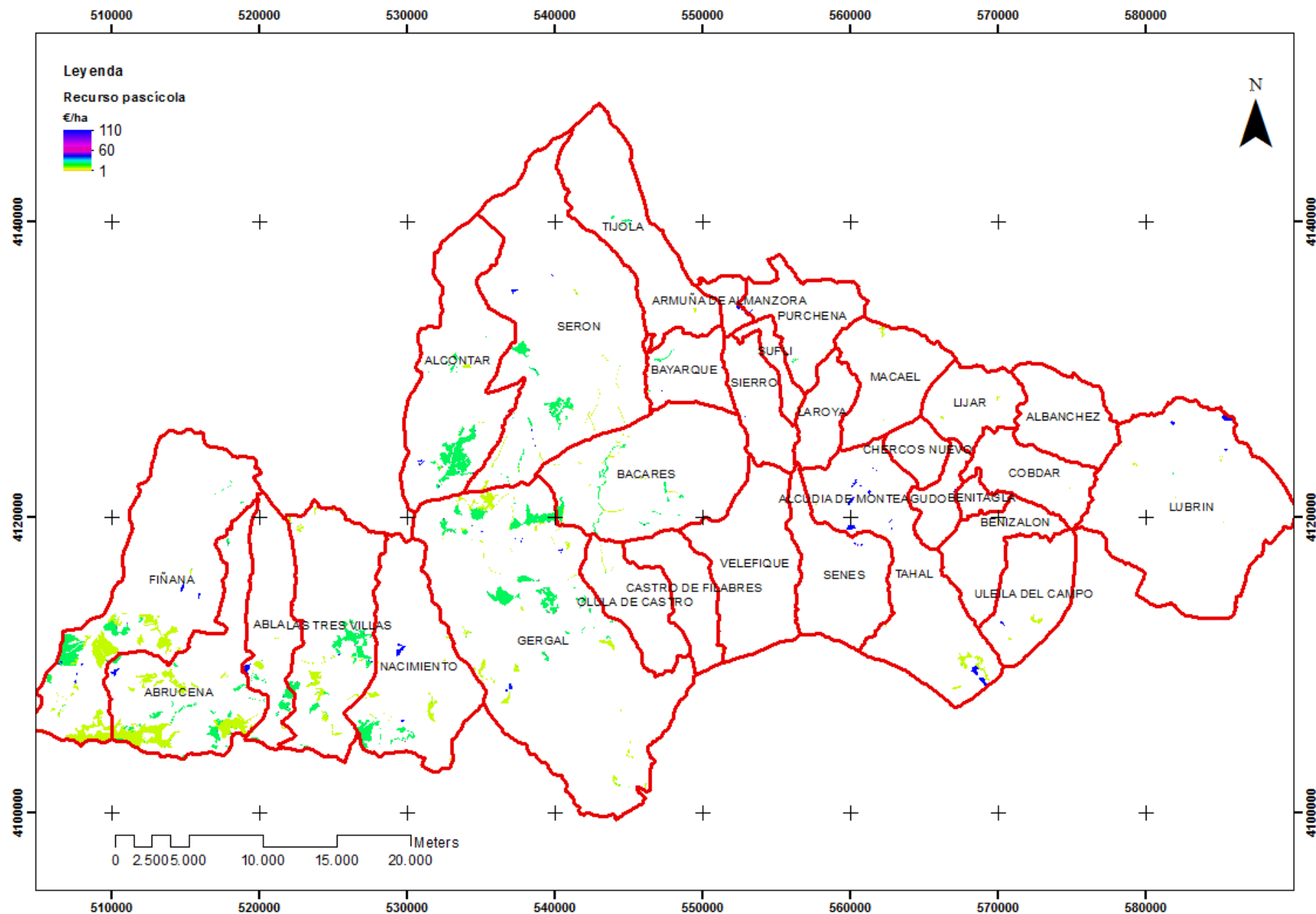


Figura 69. Impacto real esperado sobre el recurso pascícola en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.



Máster
FUEGO

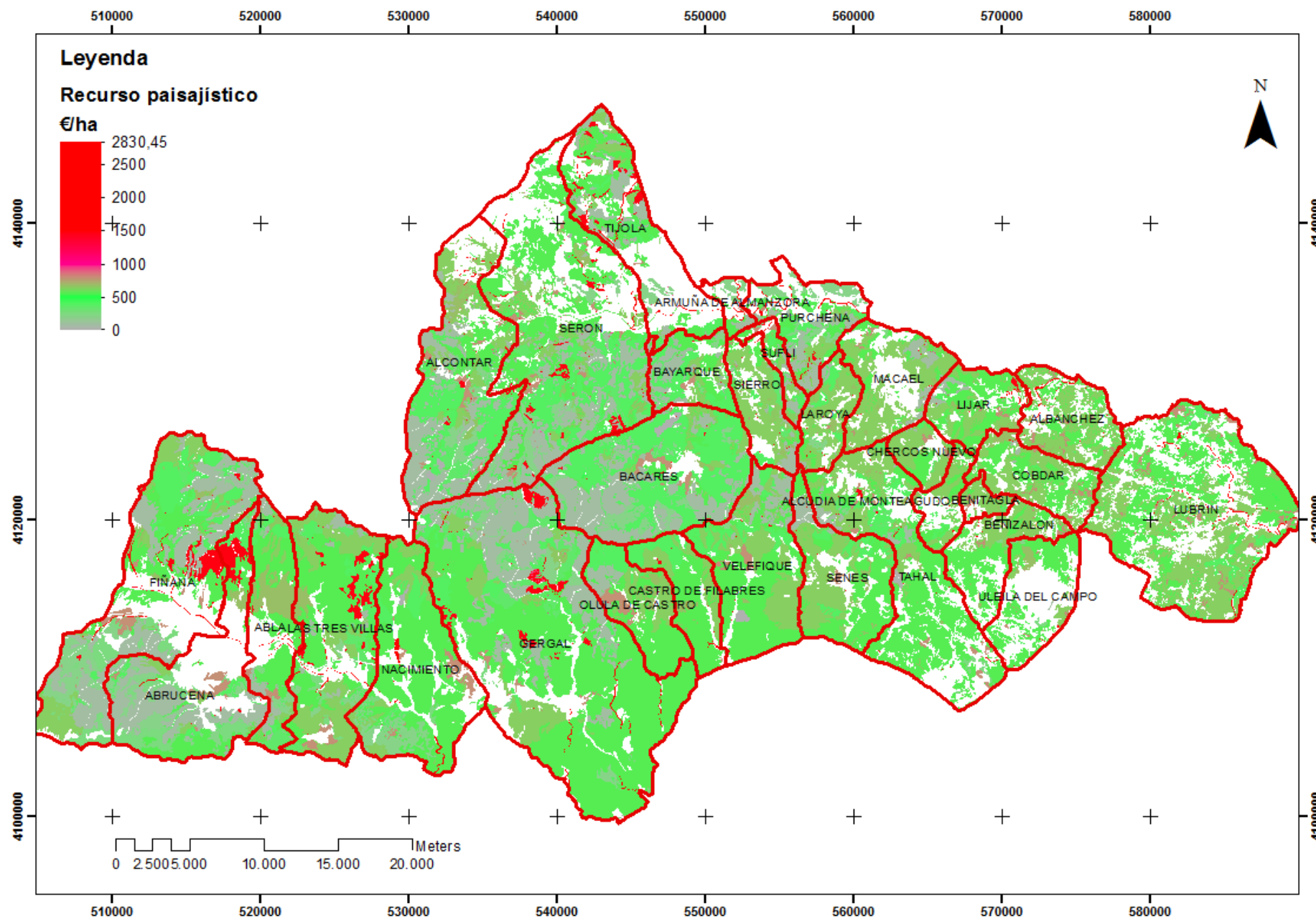


Figura 71. Impacto real esperado sobre el recurso paisajístico en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.

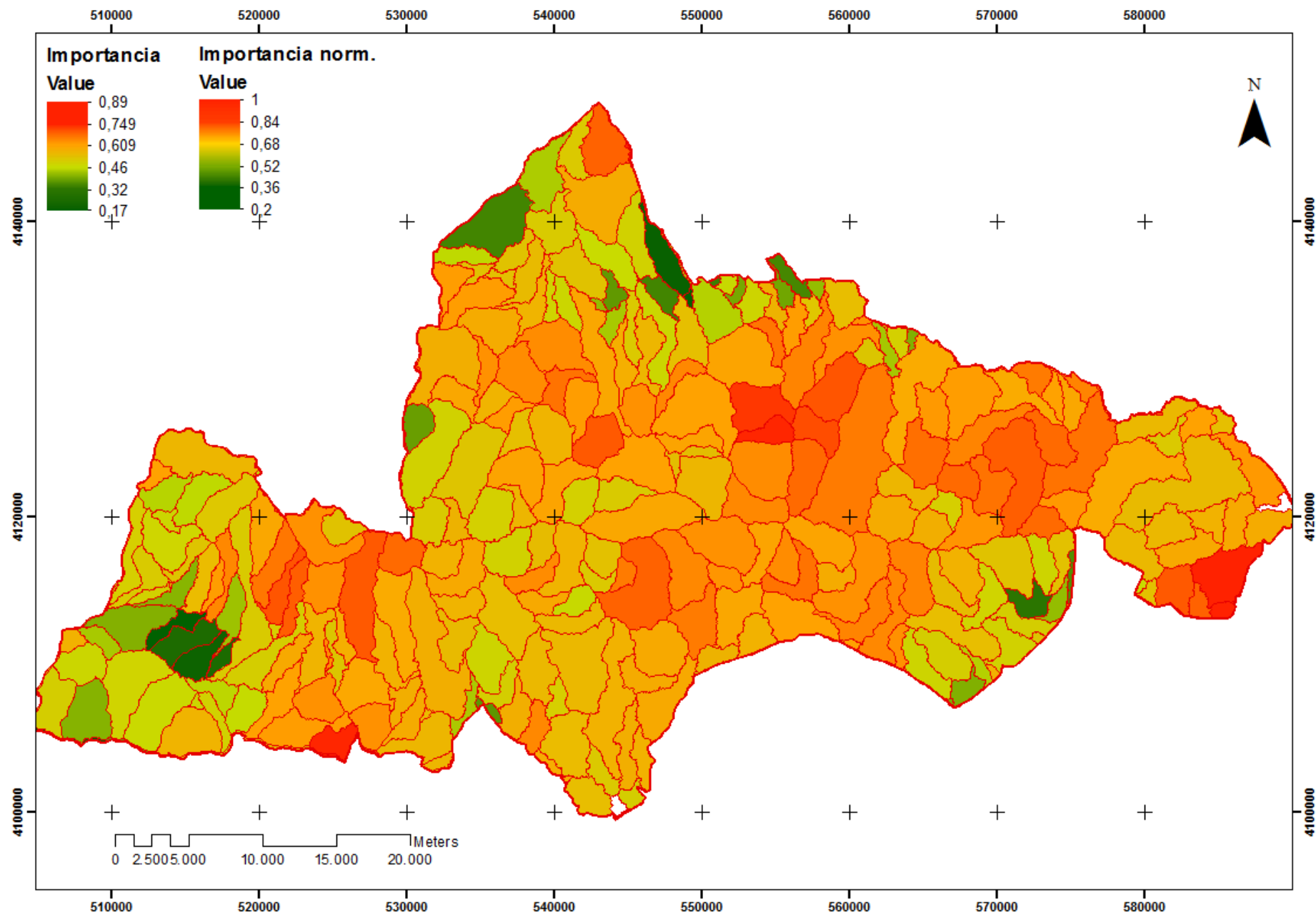


Figura 72. Importancia del terreno frente a los incendios forestales expresada por cuencas. Fuente: elaboración propia.